Nr. 7. Warszawa, 3 lipca 1928 r. Rok VI.

TECHNIKA CIEPLNA

Czasopismo Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie.
Oficjalny Organ Polskiego Komitetu Normalizacyjnego dla Spraw Kotłowych.

Redaktor: Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**
Wydawca: **Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.**
REDAKCJA i ADMINISTRACJA: Warszawa, Chmielna 2, m. 6. Tel. 275-45.
GODZINY BIUROWE: Redakcji—piątki, od 18 do 20, Administracji—codziennie, od 9 do 15.

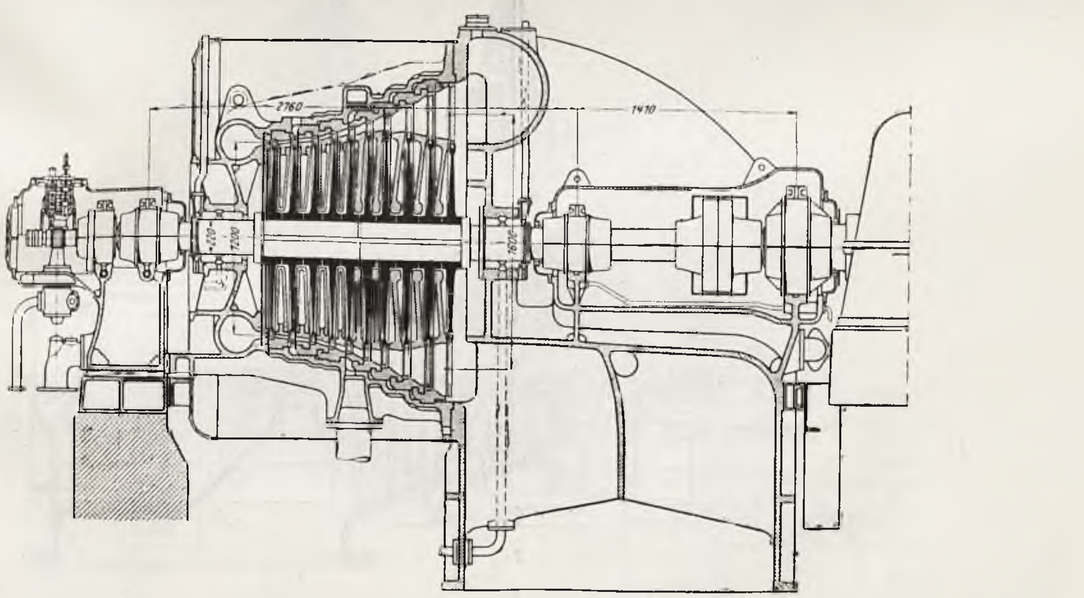
Prof. Dr. inż. WIESŁAW CHRZANOWSKI

NOWOCZESNE TURBINY PAROWE.

(por. Technika Cieplna, 1928, str. 105).

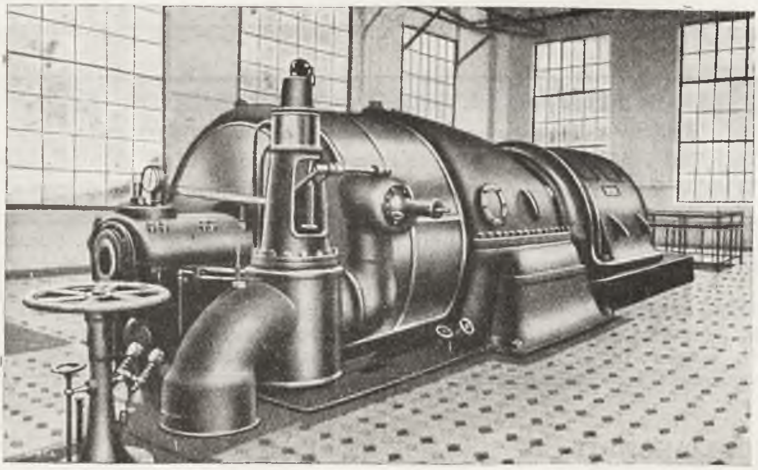
Wielostopniowe osiowe turbiny akcyjne nie posiadają wśród wytwórców turbin obecnie tak dużo zwolenników jak dawniej. Niejedna fabryka, należąca dawniej do syndykatu Zoelly'ego, zaprzestała budowy tego typu; również niewielka jest liczba fabryk, które budują wielostopniowe osiowe turbiny akcyjne o większej liczbie stopni ciśnienia niż Zoelly, więc turbiny pracujące z mniejszą prędkością pary, a posiadające mniejsze średnice pierwszych wirników niż turbiny Zoelly'ego.

Jak poprzednio zaznaczyłem, cechą charakterystyczną turbin Zoelly'ego jest mała liczba stopni ciśnienia, np. aż do ciśnienia dolotowego 25 atn stosuje Zoelly przy 20.000 *kW* tylko 10 stopni, a przy 40.000 *kW* — 12 stopni, przy wyższych ciśnieniach do 35 atn turbina otrzymuje 1 do 2 stopni więcej. Skutkiem tego trzeba wykonywać wirniki o dużych średnicach, aby uzyskać korzystny stosunek prędkości obwodowej wirnika u do prędkości pary c_1, oraz aby uzyskać dostatecznie dużą liczbę jakościową



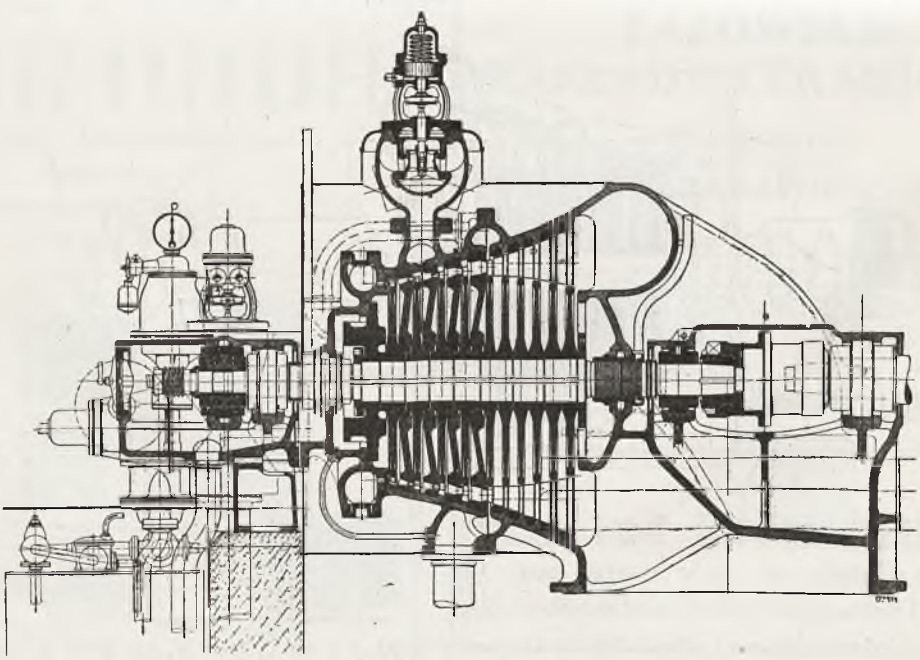
Rys. 28. Turbina jednokadłubowa Escher i Wyss'a (system Zoelly) o mocy 11000 *kW*, $n = 3000$ *obr/min*, $p_1 = 14$ *atn*, 350° C, $p_2 = 0{,}045$ *atn*.

Parsons'a. Przy dużych spadkach ciśnienia w poszczególnych stopniach i dużych średnicach wirników przeginanie się tarcz kierowniczych bywa nieraz powodem postoju silnika. Z tej przyczyny fabryka Escher i Wyss zwraca szczególną uwagę bie w kierunku osiowym, lecz nasuwa się pytanie, czy tak kosztowna konstrukcja jest usprawiedliwiona w systemie, stosującym ze względu na osiągnięcie małych kosztów wytwórczych małą liczbę stopni ciśnienia. Wielostopniowa osiowa



Rys. 29

na możliwie sztywne wykonanie tarcz kierowniczych, jak to widzimy z rys. 28, przedstawiającego turbinę o mocy 11.000 *kW* przy 3.000 *obr/min.* Wieńce tarcz kierowniczych są tutaj na siebie nasunięte tak, że tworzą one właściwie turbina akcyjna jest przecież właśnie z powodu tarcz kierowniczych kosztowniejsza od reakcyjnej, więc ograniczając ze względu na koszty wytwórcze liczbę tych tarcz trzeba również ograniczyć koszty ich wyrobu.



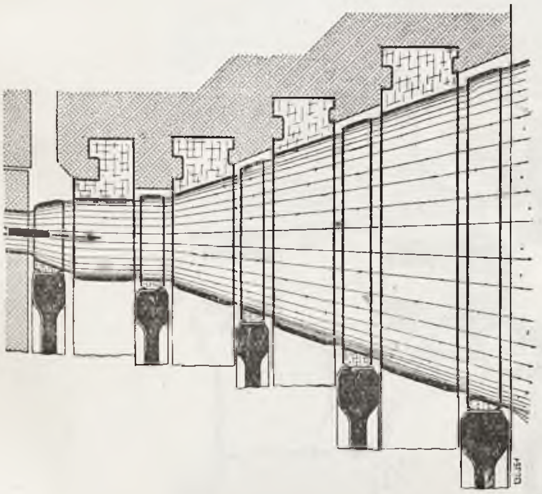
Rys. 30. Turbina jednokadłubowa akcyjno-reakcyjna fabryki Brown Boveri.

drugą ściankę kadłuba turbiny. W ten sposób osiąga się wprawdzie większą sztywność całości kilku tarcz kierowniczych, wydłużanie ich osiowe jest także możliwe, bo tylko jedna z połączonych ze sobą kierownic jest ustalona w kadłubie.

Jeśli jednak praktyka wykazuje, iż szczególne, kosztowne usztywnienie tarcz kierowniczych w tym systemie turbin jest konieczne, to byłoby to również wskazówką, że w części niskoprężnej, w której duże średnice wirników są

nieuniknione, ma więcej racji bytu system reakcyjny.

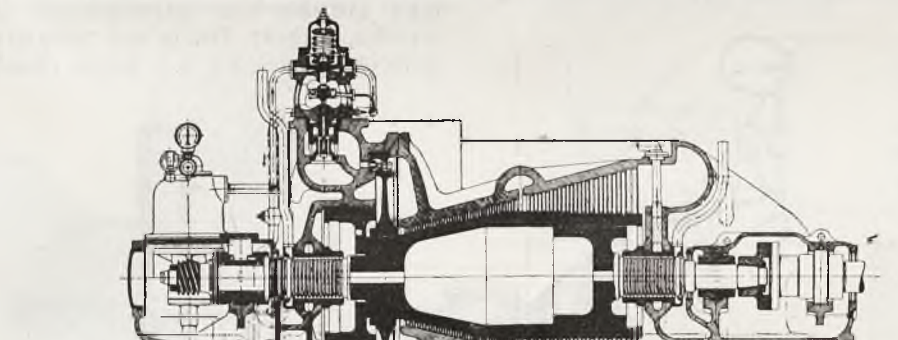
W turbinach akcyjnych o małej liczbie stopni ciśnienia można wprawdzie, zwłaszcza przy średnich ciśnieniach dolotowych, osiąg-



Rys. 31.

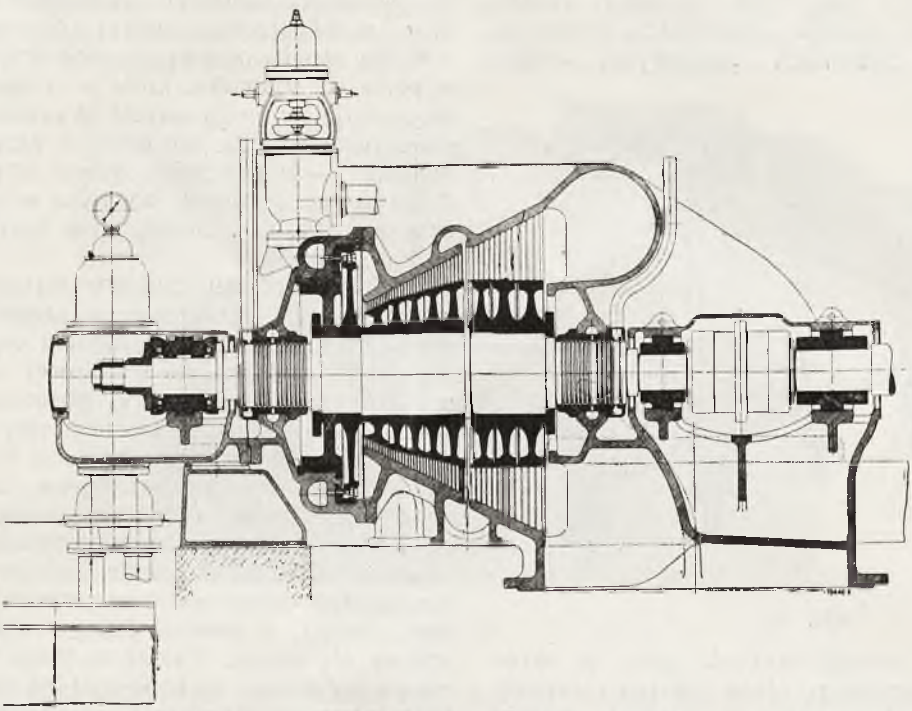
nąć korzystne wyniki zużycia pary w okresie roku gwarancyjnego, lecz można słusznie wyrazić obawę, że zużycie to znacznie wzrośnie z biegiem czasu, ponieważ przy obecnym stanie materjałów zdzieranie łopatek będzie znacznie większe niż w turbinach, pracujących z mniejszemi prędkościami pary. Oprócz tego można mieć pewne zastrzeżenia co do niezawodności takiego silnika przy wyższych ciśnieniach i temperaturach pary, w szczególności co do odkształceń pierwszego wirnika, posiadającego bardzo dużą średnicę, co do przeginania się, a zatem zacierania się tarcz kierowniczych, w końcu co do trwałości krótkiego kadłuba o dużej średnicy, podlegającego dużym różnicom temperatur. Nie można oczywiście twierdzić, że ostatnio wspomniane zjawiska, które przy dzisiejszym stanie materjałów mogą narazić na szwank niezawodność ruchu silnika, nie będą w przyszłości opanowane; — z pewnością umysł inżyniera będzie dążył w tym kierunku, bo widzi w tem duży cel ekonomiczny, t. j. zmniejszenie kosztów wytwórczych silnika.

O szczegółach budowy turbiny, przedstawionej na rys. 28, należałoby zaznaczyć, że konstruktor zwrócił także szczególna uwagę na prawidłowy kształt części wylotowej kadłuba, aby możliwie zmniejszyć straty, połączone z odpływem pary z kadłuba;—średnica rury jest większa od długości właściwego kadłuba turbiny. Jeśli ostatni wykonany jest ze staliwa, to i na część wylotową, trzeba użyć tego samego materjału, gdyż w razie przeciwnym uszczelnienie obydwóch połówek kadłuba w pobliżu miejsca przytwierdzenia jego części wylotowej sprawia bardzo duże trudności, z powodu innego wydłużania się staliwa niż żelaza. Całość kadłuba turbiny spoczywa po stronie niskoprężnej na łapach i przytwierdzona jest po stronie wysokoprężnej do korpusu łoża. Położenie kadłuba względem łoża ustalają trzy kliny, mianowicie dolny ustala położenie osiowe, a dwa boczne, umieszczone w pobliżu osi geometrycznej silnika, ustalają położenie względem tejże osi. W stosunku do płyty fundamentowej kadłub ustalony jest po stronie niskoprężnej, a współosiowe wydłużanie zapewnia podłużny klin w korpusie łoża po stronie wysoko-



32. Turbina Brown Boveri dla mocy 600 do 2000 kW.

prężnej. Łoże stopowe, umieszczone po stronie wysokoprężnej jest budowy grzebieniastej, na wał, a uszczelnienie w dławnicach dokonane jest zapomocą pierścieni węglowych, które nie



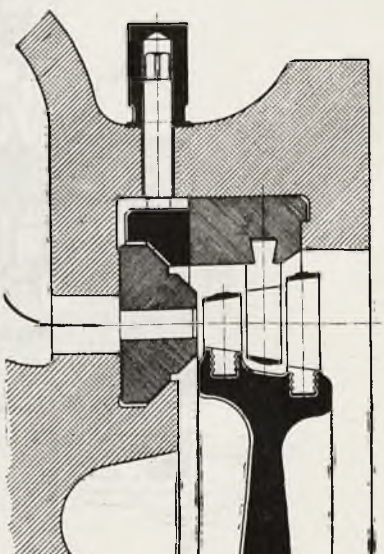
Rys. 33. Turbina Brown-Boveri dla mocy 3000 do 10000 *kW*.

może więc zawieść, jak to praktyka wykazuje, w razie większej nieszczelności uszczelnień mię-



Rys. 34.

dzystopniowych, umieszczonych w piastach kierownic. Wirniki nasadzane są z małym stożkiem zapewniają, zwłaszcza przy wyższych ciśnieniach pary dolotowej takiej niezawodności biegu silnika jak dławnice grzebieniaste. Jak z rys. 29 wynika, turbiny Zoelly'ego zaopatrzone są w regulację jakościową, t. j. przez dławienie pary do-



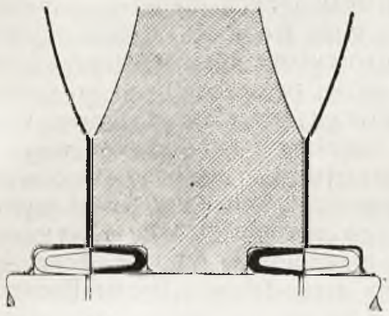
Rys. 35.

lotowej; w mniejszych typach stosuje się jeden zawór dławiący, w większych—dwa. Oczywiście re-

gulacja tego rodzaju powoduje większe straty przy zmniejszeniu obciążenia niż regulacja ilościowo-jakościowa.



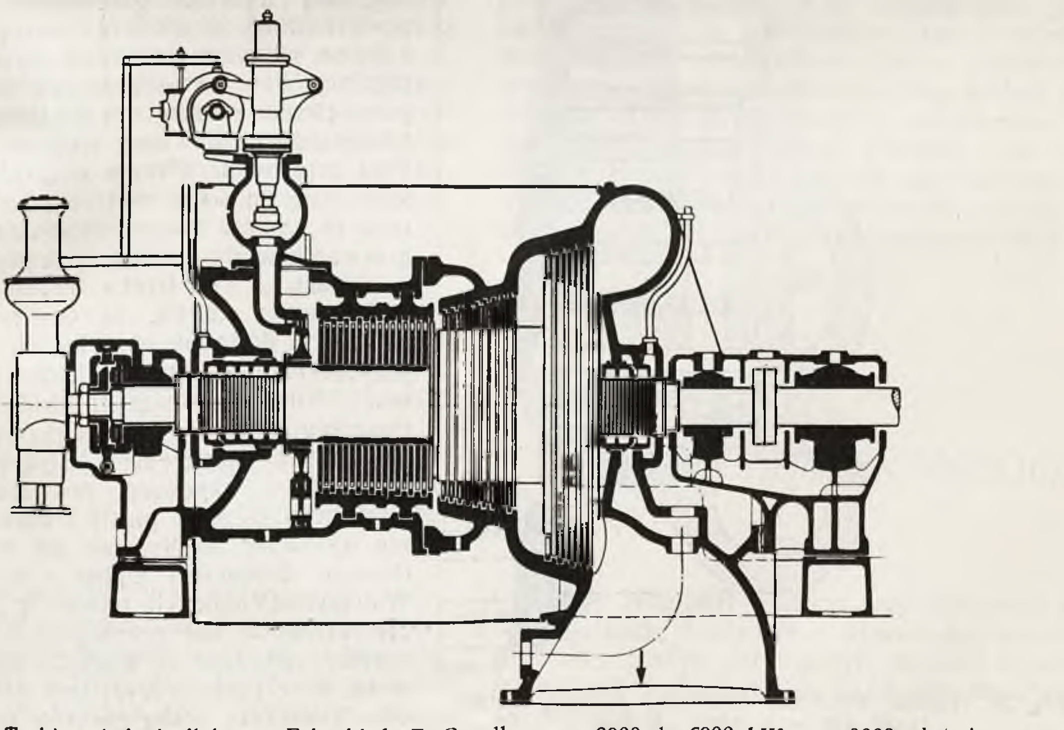
Rys. 36.



Rys. 37.

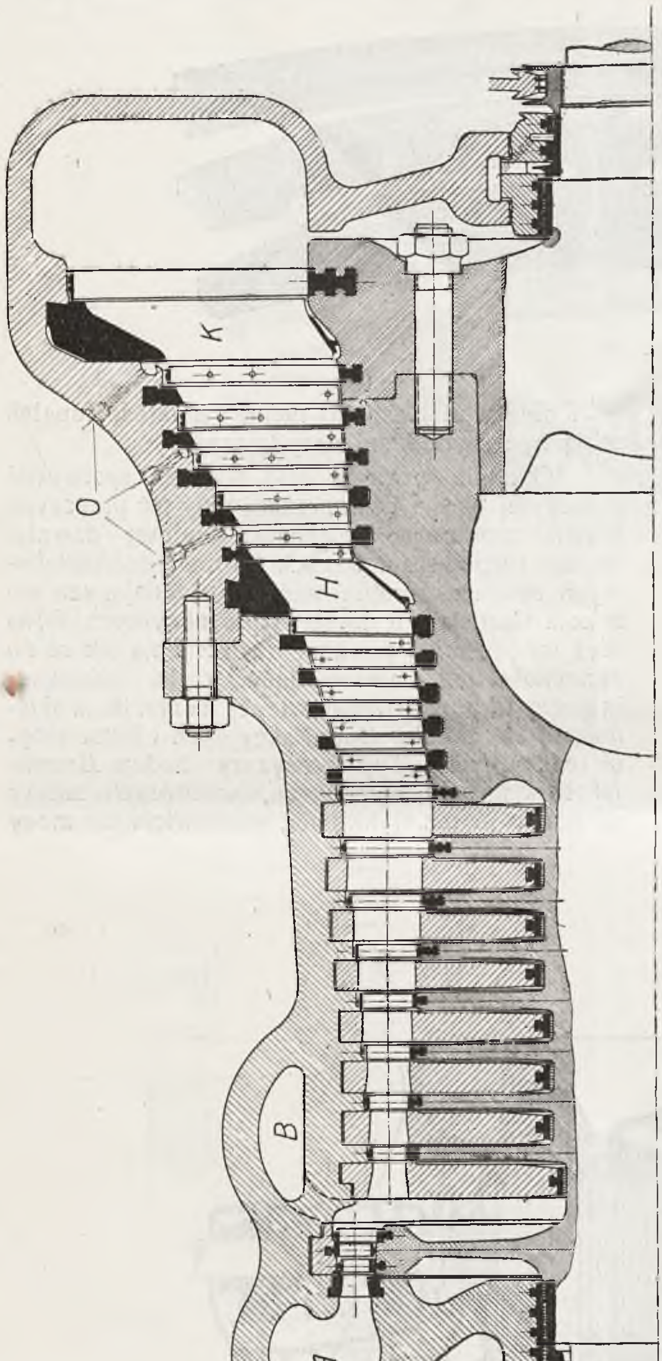
Wątpliwości powyżej szczegółowo rozważone skłaniają do wypowiedzenia zapatrywania, że kondensacyjne jednokadłubowe turbiny wielostopniowe akcyjnego systemu (n. p. systemu Zoelly'ego) możnaby przy obecnie stosowanych wysokich ciśnieniach pary dolotowej (około 20 *atn*) i temperaturze 350° do 400° *C* polecać tylko dla mniejszej mocy silnika (*ok* 4000 *kW*), jeśli niezawodność jego ruchu i trwałość łopatek mają być czynnikiem decydującym,

Ostatnie względy oraz większa sprawność reakcyjnej części niskoprężnej były też przyczyną prawie zupełnego zaniechania budowy dawniej bardzo rozpowszechnionych turbin jednokadłubowych systemu kombinowanego, składających się z koła Curtis'a i 6 do 10 stopni akcyjnych. Również można mieć poważne zastrzeżenia tak co do sprawności jak i niezawodności ruchu jednokadłubowej turbiny, przedstawionej na rys. 30, a składającej się z kilku stopni akcyjnych i kilku stopni reakcyjnych. Typ powyższy buduje *Brown-Broveri* w tych wypadkach, w których zależy na możliwie taniej turbinie, mianowicie dla mocy 6000 do 20000 *kW* przy $n = 3000$ *obr/min*, a dla mocy od 30000 do 40000 *kW* przy $n = 1500$ *obr/min*. Łopatki reakcyjne nie posiadają



Rys. 38 Turbina jednokadłubowa Fabryki A. E. G. dla mocy 3000 do 6000 *kW* przy 3000 *obr/min*.

tutaj żadnego uszczelnienia, a uchodzeniu pary poza niemi zapobiega się tutaj, jak to widać z rys. 31, przez uchwycenie strumienia pary łopat-



Rys. 39. Turbina Pierwszej Brneńskiej Fabryki, o mocy 11.000 *kW*, *n* = 3.000 *obr/min.*

kami w odpowiednich miejscach przedłużonemi.

Normalnym typem jednokadłubowych turbin kondensacyjnych fabryki *Brown-Broveri* jest turbina kombinowana, składająca się z koła Curtis'a i z wielostopniowej reakcyjnej części niskoprężnej; — turbiny te pracują z liczbą obrotów 3000 na minutę, Budowa, używana dla mocy 600 do 2000 *kW*, uwidoczniona" jest na rys. 32, a używana dla mocy 3000 do 10000 *kW* na rys. 33. W pierwszym wypadku część reakcyjna jest umieszczona na bębnie natomiast w drugim na osobnych wirnikach z rozszerzonemi wieńcami, a w obydwóch wypadkach uszczelnienie uzyskuje się przez małe szczeliny promieniowe pomiędzy częściami wirującemi i nieruchomemi, oraz stosuje się ze względu na duży nacisk reakcyjny tłok obciążający. W obydwóch typach kostruktor zwrócił słusznie szczególną uwagę na prawidłowe wykonanie części niskoprężnej. Celem uzyskania możliwie dużej długości łopatek w pierwszych wieńcach reakcyjnych pierwsze stopnie ciśnienia posiadają małą średnicę. Celem uzyskania możliwie najkorzystniejszego przepływu strumienia pary, długości poszczególnych po sobie następujących łopatek wzrastają stożkowo, więc z uniknięciem uskoków powodujących wiry. W końcu celem zmniejszenia strat, spowodowanych niewłaściwym odpływem pary, część wylotowa kadłuba turbiny posiada kształty i wymiary, zapewniające prawidłowy odpływ pary; — budowa stosowana przez fabrykę Brown-Broveri uwidoczniona jest na rys 34 pod *a*, natomiast wadliwa budowa pod *b*.

O szczegółach budowy turbin uwidocznionych na rys. 32 i 33 można zaznaczyć, że posiadają one dławnice grzebieniaste, łożysko stopowe budowy klockowej, tworzące jedną całość z łożem głównem po stronie wysokoprężnej, oraz regulację ilościowo-jakościową. W razie dużego przeciążenia można doprowadzać parę świeżą, odpowiednio zdławioną, także za kołem Curtis'a. Parę przechodzącą przez tłok odciążający odprowadza się do środkowej części reakcyjnej, z którego to miejsca można odbierać też parę do podgrzewania wody zasilającej kotły; — oczywiście w rurkach *A* i *B* trzeba umieścić kurki. Dysze, wykonane z żeliwa, są dzielone (rys. 36), co umożliwia dogodną obróbkę ich mechaniczną; — przytwierdzenie dysz do kadłuba turbiny zapomocą śrub dociskających widzimy na rys. 35. Poszczególne wirniki osadza Brown-Boveri na sprężynujących pierścieniach stalowych (rys. 37), które mają zapewnić dostateczne naprężenie wstępne połączenia piasty z wałem, a drugostronnie wyrównać wydłużanie się wirników, spowodowane działaniem ciepła i siły odśrodkowej. Wał posiada maleńkie uskoki w średnicach, piasty wirników nie przylegają do siebie, co jest bardzo pożądane ze względu na przeginanie się wału, więc przedewszystkiem przy wale pracującym z większą liczbą obrotów od krytycznej.

Mimo zalet poprzednio wymienionych można wyrazić poważne obawy co do stosowania turbin typu przedstawionego na rys. 32 i 33 przy mniejszej ilości pary przepływającej przez łopatki. Wypadek ten zachodzi w turbinach kondensacyj.

nych przy mocy mniejszej od około 5000 *kW*, jeśli ciśnienie dolotowe jest wyższe od 20 *atn*, a temperatura wynosi 350° do 370° C, bo otrzymuje się wtedy łopatki reakcyjne pierwszych wieńców o niedostatecznej długości. Chcąc w takiej turbinie uzyskać dobrą sprawność, trzeba zastosować we wspomnianych wieńcach bardzo małe szczeliny pomiędzy częściami wirującemi i nieruchomemi, które nie są dopuszczalne ze względu na niezawodność ruchu silnika.

Ponieważ niezawodność ruchu silnika stawiać należy na pierwszem miejscu, przeto uważam za korzystniejszy przy wyższych ciśnieniach pary dolotowej typ turbiny kombinowanej, składający się z koła Curtis'a, kilku stopni akcyjnych (3 do 9) i niskoprężnej części reakcyjnej, a budowany drzez *Pierwszą Brneńską Fabrykę i Tow. A. E. G. w Berlinie*. Turbina tego rodzaju jest wprawdzie kosztowniejsza od turbiny Curtis-reakcyjnej, lecz można ją przy wszystkich ciśnieniach i temperaturach pary dolotowej z powodzeniem stosować tak przy mniejszych mocach jak i większych. Część reakcyjna, posiadająca dostatecznie długie łopatkj, pracuje w tym typie w obrębie pary o niezbyt wysokiem ciśnieniu i niezbyt wysokiej temperaturze, przez co zwiększa się niezawodność biegu silnika. W tym samym względzie wpływa korzystnie zbędność tłoka odciążającego, ponieważ niewielki nacisk reakcyjny może być z łatwością opanowany przez nowoczesne stopowe łożysko klockowe. Natomiast nie posiada ten typ tarcz krerowniczych o dużych średnicach, których przegięcie się może być powodem postoju silnika. Budowę takiej turbiny, wykonywanej dla mocy 3000 do 6000 *kW* przez fabrykę A. E. G. w Berlinie widzimy na rys. 38. Za kołem Curtis'a znajduje się dziewięć stopni akcyjnych o małych średnicach wirników, w których para pracuje z małą prędkością, przez co osiąga się dużą sprawność tej części turbiny, ą 13 reakcyjnych stopni niskoprężnych umieszczonych jest na bębnie.

Z powodu dużej liczby stopni ciśnienia osiąga się dużą liczbę jakościową Parsons'a $\sum\mu^2$, a zatem dobrą sprawność turbiny. Wał turbiny o dużej średnicy pracuje z mniejszą liczbą obrotów od krytycznej i tworzy jedną całość z wirnikami akcyjnemi i z bębnem, przez co całość otrzymuje dużą sztywność. Natomiast niekorzystnie na sprawność turbiny mogą wpłynąć straty wylotowe za częścią akcyjną i w połowie części reakcyjnej.

Wspomniane straty wylotowe nie zachodzą w turbinie *Pierwszej Brneńskiej Fabryki*, przedstawionej na rys. 39 dla mocy 11000 *kW* przy $n = 3000$ *obr/min*. Konstruktor zapobiegł tym stratom przez zastosowanie szerokich kierownic *H* i *K*. Turbina ta, posiadająca wszelkie zalety omówione przy turbinie A. E. G., składa się z koła Curtis'a, zapewniającego przy regulacji ilościowo-jakościowej korzystne zużycie pary przy mniejszem obciążeniu od normalnego, 8 stopni akcyjnych i 11 reakcyjnych; łopatki kierownicze części akcyjnej są frezowane. Para świeża dopływa przy *A*, a dla przeciążenia przy *B*. Sprawność turbiny powinna być duża przy starannem wykonaniu warsztatowem, bo budowa zwraca, oprócz osiągnięcia dużej liczby jakościowej Parsons'a $\sum\mu^2$ i uniknięcia strat wylotowych wewnątrz turbiny, szczególną uwagą na racjonalne wykonanie części niskoprężnej.

W tym względzie stosuje Pierwsza Brneńska Fabryka stopniowo wzrastające długości łopatek i umiejętne zmniejszenie uchodzenia pary poza łopatkami oraz zwraca szczególną uwagę na wydatne odwodnienie przy *O* w części niskoprężnej. Niezawodność biegu, zapewniona systemem i sztywną budową turbiny, zostaje podniesiona jeszcze przez należyte usztywnienie łopatek w części niskoprężnej. Fabryka unika stożkowych bandaży na łopatkach, co jednakże nie może wpłynąć ujemnie na sprawność turbiny, bo nie powoduje wirów w płynącym strumieniu pary.

Inż. WŁADYSŁAW ŁOSKIEWICZ i inż. ZYGMUNT JASIEWICZ.

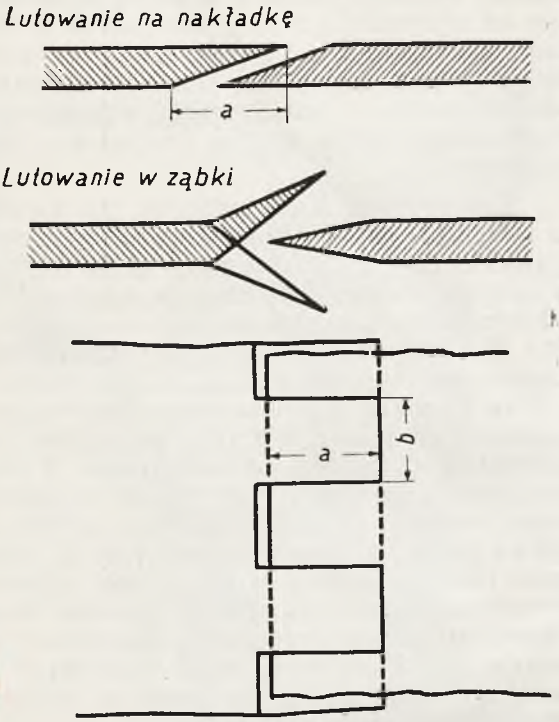
O WYTRZYMAŁOŚCI SZWU TWARDO LUTOWANEGO BLACH MIEDZIANYCH.

Wobec braku danych o wytrzymałości miejsca zlutowanego blach miedzianych, który to sposób łączenia jest dość często stosowany przy wyrobie niektórych aparatów i zbiorników pracujących pod ciśnieniem, trzeba było przeprowadzić badania tak otrzymanych szwów.

Badania te są tem konieczniejsze, że, jak widać z artykułów Nr. 5 *Techniki Cieplnej*, z rb. (Michelis, Bizański) wahania przy obliczaniu grubości ścianek, względnie obliczaniu dopuszczalnej prężności podług istniejących wzorów wykazują odchylenia dochodzące do 772% (dla dopuszczalnej prężności).

To też Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie zwróciło się za pośrednictwem p. Rektora prof. inż. E. Chromińskiego do Zakładu Metalografji Akademji Górniczej w Krakowie, z propo-

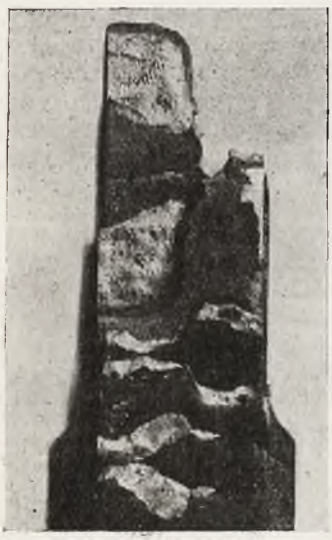
zycją przeprowadzenia badań wytrzymałościowych i metalograficznych szwów blach miedzianych lutowanych na twardo[1]).



Pys. 1a i b.

Wobec powyższego postawiono sobie następujące zadania:

1a) zbadać wytrzymałość szwu zlutowanego przemysłowo i

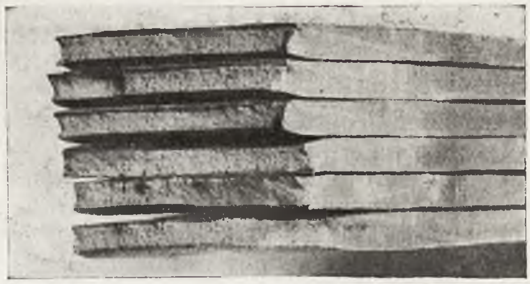


Rys. 2.

1b) określić współczynnik osłabienia materjału,

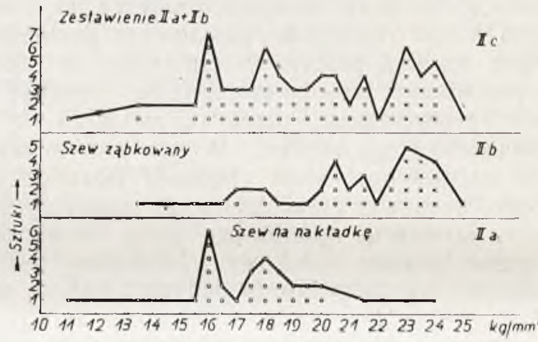
2) ustalić liczbę charakteryzującą jakość materjału zlutowanego.

W tym celu pocięto blachę, grubości 3 *mm*



Rys. 3.

na paski szerokości około 120 *mm* i długości 500 *mm* i polecono trzem różnym wykonawcom zlutować po dwa paski, sposobami zwy



Rys. 4a, b i c.

kle stosowanemi, to jest: na zakładkę (rys. 1a) i w ząbki (rys 1b).

Na zakładkę wszyscy wykonawcy wzięli



Rys. 5.

szerokość narzutki po 20 *mm.*, przy ząbkach zaś wykonawca I: *a* — 20 *mm*, *b* — 40 *mm*, II: *a* — 20 *mm*, *b* — 30 *mm*, III: *a* — 20 *mm*, *b* — 25 *mm*.

---

[1]) Uważamy za miły obowiązek podziękować Dyrekcji Stowarzyszenia za pokrycie kosztów związanych z temi badaniami.

Powyższe zgadza się z danemi *Hausbrand'a* który podaje:

grubość blachy: *mm*	1—1,5	2—3	3,5—5	5—8	8,5—13
zakładka *mm*	10	15	20	25	30

Po zlutowaniu paski miały szerokość około 220 *mm* i pocięto je na próbki do rozrywania; szew znajdował się w połowie długości pomiarowej, równej 100 *mm*, szerokość około 30 *mm*, grubość wahała się w dość znacznych granicach w zależności i od wykonawcy a u każdego z wykonawców znowu od stopnia sklepania danego miejsca (porównaj tab. I i II).

Dla otrzymania danych wyjściowych, z któremi możnaby było porównywać wytrzymałość szwu, wyżarzono 4 próbki wycięte z blachy (NN. 5, 90, 91, 92) jednocześnie z blachą lutowaną, zaś 3 próbki (NN. 93, 94, 95) w piecu elektrycznym przy 670° przez 1/2 godz. Otrzymano następujące wyniki:

Nr. próbki	5	90	91	92	93	94	95
R *kg/mm*²	21,7	22,1	22,6	22,2	23,3	23,3	23,2
A%	32[2])	43	45	41	48	47	47

Normalnie przyjmuje się dla wyżarzonej miedzi R = 22 *kg/mm*², dla A przyjmujemy 43%.

TABELA I.

Lutowanie na zakładkę.

Wykonawca	Nr. próbki	Grubość szwu *mm*	Grubość blach *mm* *a*	Grubość blach *mm* *b*	Obciążenie rozrywające *kg*	Wytrzymałość na rozciąganie *kg/mm*²	Wydłużenie %	PĘKŁA
I	10	4,2	2,95	3,05	1925	15,5	2	przy szwie na końcu zakładki
	11	4,15	2,97	3,03	2030	23,1	8	przez materjał
	12	3,6	2,90	3,20	1790	16,7	2	przez szew, miejsce utlenione
	13	3,75	2,93	3,10	1895	17,05	2	„ „ części niezlutowanej
	14	3,6	2,94	3,05	1902	17,95	2,5	przy szwie na końcu zakładki
	15	4,0	2,95	3,05	2030	17,35	4	przez szew części niezlutowanej
	16	4,09	2,96	3,05	1935	21,4	4,5	przez materjał
	17	4.2	2,90	3,00	2100	23,8	11,5	„ „
	18	3,75	2,80	3,10	1930	17,8	6	przez szew osłabiony nitem
	19	4,3	2,97	3,03	2100	16,6	10	przy szwie na końcu zakładki
II	30	3,24	2,95	3,10	1920	19,5	13	przez szew osłabiony nitem
	31	3,47	3,04	3,07	1920	18,3	14	przy szwie
	32	3,15	2,93	3,13	1730	18,2	11	przy szwie, nit wytrzymał
	33	3,4	3,00	3,10	1640	15,9	8	„ „
	34	3,47	3,08	3,10	1680	16,0	9	„ „
	35	3,31	3,02	3,08	2010	20,0	19,5	„ „
	36	3,48	3.06	3,07	2020	19,2	18	przez szew osłabiony nitem
	37	3,30	2,97	3,15	1660	16,0	9	przy szwie, nit wytrzymał
	38	3,44	3,06	3,09	1920	18,5	17,5	przez szew osłabiony nitem
	39	3,23	2,97	3,12	1960	20,0	16	przez szew częśc. niezlutowany
III	800	3,8	2,90	3,10	1780	17,48	5,5	przy szwie
	80	3,92	2,77	2,96	1600	16,18	3	przez szew źle zlutowany
	81	3,73	2,94	3,10	1770	17.5	3,7	przy szwie
	82	4,0	2,96	3,04	1992	19,4	6	„ „
	83	4,14	3,03	3,07	2020	19,25	13	„ „
	84	3,81	2,92	3,10	1870	18,48	6	„ „
	85	4,02	2,98	3,06	1890	18,1	3	„ „ słabo zlutowanym
	86	4,22	2,91	3,03	1695	16,15	1,5	przez szew źle zlutowany
	87	4,18	2,92	3,07	1695	16,2	3	„ „ „ „
	88	4,06	2,78	3,02	1160	11,1	1	„ „ „ „
	89	3,90	2,92	3,02	1390	13,6	1	„ „ „ „
								ilość % próbek
średnia z 31 próbek						17,83	7,7	przez materjał 3 — 9,7
minimum *R* i *A*						11,1	1	przy szwie 15 —48,4 } 90,3
maksymum *R* i *A*						23,8	19,5	przez szew 13 —41,9 }

Materjał surowy wykazał		R=22,5 *kg/mm*²	A=28%
„ „	wyklepany	R=26,5 *kg/mm*²	A=15%
„	wyżarzony „	R=26,7 *kg/mm*²	A=11%

Temu ostatniemu powinien odpowiadać materjał zlutowany, ale ze względu na nierównomierność klepania i jego niejednakowy stopień nie można tego materjału przyjąć jako wzorca.

---

2) Pękła poza długością pomiarową.

W tabeli I zebrano wyniki poszczególnych prób zlutowanych na nakładkę, zaś w tabeli II zlutowanych w ząbki, w tabeli III podano zestawienie.

Na rys. 2 podano wygląd trzech charakterystycznych złomów przez szew, a na rys. 2 przy szwie (jaśniejszy pasek ukośny na bokach próbek oznacza szew lutowniczy mosiężny).

Na wykresie 4 *a*, *b*, *c*, podano krzywe częstości spotykanych wyników, przyczem dane wytrzymałościowe zaokrąglono do 0,5 kg. (n. p. 15: od 14,8 do 15,2). Na wykresie 4 *a* umieszczono wyniki rozrywania szwu na zakładkę, na 4 *b* szwu ząbkowanego i na wykresie 4 *c* sumaryczne. Każdy punkt oznacza jedną próbkę pękniętą przez szew lub przy szwie, a każde × pęknięcie przez materjał.

Jak z powyższego widać, zasadniczo szew na zakładkę daje gorsze wyniki niż szew ząbko-

TABELA II.

Lutowanie w ząbki.

Wykonawca	Nr. próbki	Grubość szwu	Grubość blach *mm*		Obciążenie rozrywające *kg.*	Wytrzymałość na rozciąganie *kg/mm²*	Wydłużenie %	P Ę K Ł A:
			a	*b*				
I	20	4,20	2,90	3,05	2125	23,9	14	przez materjał
	22	3,95	3,10	3,15	2115	22,9	12	przy szwie
	23	3,6	2,85	3,01	1680	15,9	1	" " wadliwie przylegał ząbek
	24	4,1	2,95	3,05	1985	16,5	8	przez szew, źle zlutowany
	25	3,85	3,00	3,12	2100	23,1	12	przez materjał
	26	4,0	2,95	3,06	2090	22,9	12	" "
	27	4,0	2,99	3,01	2000	17,0	5	pocz. przez szew, potem przy szwie, wadl. zlut.
	28	3,9	2,80	3,10	1542	13,5	2	przez szew, źle zlutowane
	011	3,39	2,87	3,08	2070	21,8	11	przy szwie
	110	3,45	2,92	3,02	2070	22,5	7	przy szwie, zalanie różka ząbka wadliwe
	111	3,69	3,02	3,11	1915	20,3	4	" " " " " "
	112	3,54	2,91	3,00	2125	24,0	13	przez materjał
	113	3,67	2,98	3,02	2148	23,7	13	" "
	114	3,62	2,95	3,09	2100	21,2	9	przez szew, złe zalanie ząbka
	115	3,34	2,88	3,09	2070	20,4	5	przez szew osłabiony nitem
	116	3,74	3,06	3,07	2125	20,6	9	przy szwie, zalanie rożka ząbka wadliwe
	117	3,32	2,83	3,07	2140	25,0	10	przez materjał
	118	3,75	3,01	3,06	1970	19,2	5	początkowo przez szew, potem przez materjał
	119	4,04	3,04	3,10	2140	23,3	19	przez materjał
II	40	3,02	2,92	3,09	2050	22,3	24	przy szwie
	41	3,23	2,95	3,13	1960	19,99	19	" "
	42	3,00	2,94	3,14	1560	17,10	8	przez szew, źle zlutowane
	43	3,28	3,07	3,12	2030	20,5	16,5	przy szwie
	44	3,29	3,05	3,11	2030	21,5	19	przy szwie, potem przez materjał
	45	3,34	3,04	3,12	1940	21,0	14	" " " " "
	46	3,13	2,93	3,16	2020	22,7	24	przez materjał
	47	3,34	2,95	3,13	2070	23,2	24	" "
	48	3,29	3,01	3,14	2100	23,1	30	" "
	49	3,3	3,08	3,10	2120	21,3	22	przy szwie
III	70	4,39	2,93	3,11	2055	18,5	13	przez szew
	71	3,97	2,94	3,05	2120	24,2	25	przez materjał
	72	4,08	2,95	3,08	2100	23,95	18	" "
	73	3,89	2,98	3,13	1930	21,7	10	" "
	74	3,84	2,86	3,00	1760	17,8	5	przez szew
	75	3,99	2,99	3,07	2100	20,1	18	" "
	76	3,48	2,92	3,06	1850	19,6	4	" "
	77	3,67	2,99	3,05	1960	17,95	14	" "
	78	3,63	2,83	3,04	1975	23,5	18	przez materjał
	79	4,19	2,99	3,03	2105	23,75	22,5	" "
	07	3,63	2,84	3,00	1670	15,45	5	przez szew osłabiony nitem
								ilość % próbek
średnie z 40 próbek						20,9	15,7	przez materjał 15 — 37,5
minimum R i A						13,5	1	przy szwie 12 — 30,0 } 62,5
maksymum R i A						25,0	30	przez szew 13 — 32,5 }

TABELA III.

Wykonawca	Ilość próbek	R średnie kg/mm^2	A średnie %	R maksymum kg/mm^2	R minim. kg/mm^2	A maksym. %	A minim. %	$\frac{R\ śr.}{R\ wyż.}100$	$\frac{R\ maks.}{R\ wyż.}100$	$\frac{R\ min.}{R\ wyż.}100$	$\frac{A\ śr.}{A\ wyż.}100$	$\frac{A\ maks.}{A\ wyż.}100$	$\frac{A\ min.}{A\ wyż.}100$
szew na zakładkę													
I	10	18,7	5,25	23,8	15,5	11,5	2	85,0	108,0	70,5	12,2	26,7	4,6
II	10	18,6	14,0	20,0	15,9	19,5	8	82,5	90,9	72,0	32,5	45,3	18,6
III	11	16,7	4,2	19,4	11,1	13,0	1	76,0	88,0	50,4	9,8	30,2	2,3
	31	17,8	7,7	23,8	11,1	19,5	1	81,0	108,0	50,4	17,9	45,3	2,3
szew w ząbki													
Ia	8	19,5	8,9	23,9	13,5	14	1	88,4	109,0	61,0	20,7	32,5	2,3
Ib	11	22,0	9,5	25,0	19,2	19	4	100	113,0	86,0	22,1	44,2	9,3
II	10	21,3	20,1	23,2	17,1	30	8	96,0	105,0	77,7	46,7	70,0	18,6
III	11	20,6	13,9	24,2	17,8	25	4	94,0	110,0	70,0	32,4	58,1	9,3
	40	20,9	15,7	25,0	13,5	30	1	95,0	113,0	61,0	36,5	70,0	2,3

wany u wszystkich trzech wykonawców oraz znaczne odchylenia:

	R śred.	R maks.	R minim.	A śred.	A maks.	A minim.
szew na zakł.	17,8	23,8	11,1	7,7	19,5	1
szew ząbkowany	20,9	25,0	13,5	15,7	30	1

Staje się to zrozumiałem, gdy porównamy rys. 5, 6, 7 i 8.

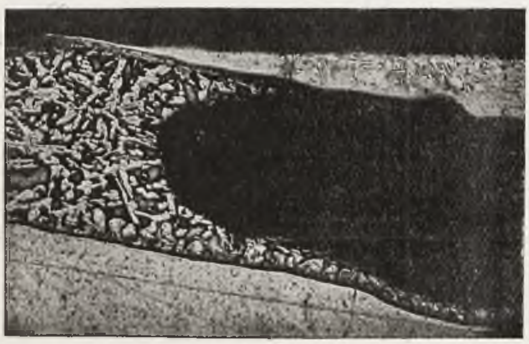
W dobrze zlutowanem miejscu bezpośrednie zetknięcie materjału podstawowego z lutowaniem musi być zupełne, a jeszcze lepiej gdy lutowie daje z materjałem roztwór. Wówczas przejście od materjału do lutowia jest stopniowe.

Na mikrofotografji 5 (pow. 600) widoczną jest warstwa miedzi (ciemniejsza), w której widać dużo tlenku miedzi — okrągłe krople — potem warstwa jasna α mosiądzu (roztworu stałego cynku w miedzi) i warstwa trzecia niezmienionego lutowia ($\alpha - \beta$ mosiądzu).

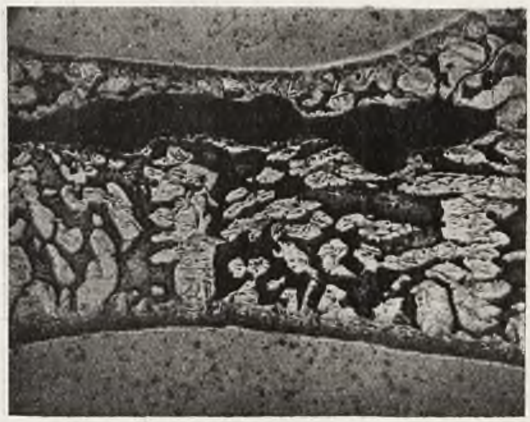
Jednakże ten idealny wypadek spotykamy nie zawsze.

Przy stosunkowo wielkiej długości szwu oczyszczenie (boraksem) powierzchni miedzi z tlenków, które się na niej tworzą przy nagrzewaniu do temperatury lutowania nie zawsze będzie dokładne. W tych miejscach lutowie nie „chwyci" (rys. 6, pow. 60).

Z drugiej strony mogą się znaleźć takie miejsca, dokąd lutowie się nie dostanie i pozostaną puste miejsca i pory (rys. 7, pow. 160). Na zewnątrz wad tych nie widać, a dopiero podczas rozrywania lub po przecięciu (rys. 8, pow. ok. 3) wykrywa się te braki, które mogą znacznie obniżyć wytrzymałość szwu.



Rys. 6.



Rys. 7.

Z tego powodu uważamy, że nie należy przyjmować spółczynnika wytrzymałości szwu zlutowanego na podstawie średniej wytrzymałości, a co najwyżej na podstawie dotychczas znalezionych minimalnych wyników.

Porównując nasze wyniki ze spółczynnikami osłabienia przytoczonemi w № 5 *Techniki Cieplnej* (str. 94—95) otrzymujemy poniższe zestawienie:

z = 0,3	R = 22 *kg/mm*	R szwu = 6,6 *kg/mm*	
„ 0,8	„ „	„ 17,6 „	
„ 0,7	„ „	„ 15,4 „	
„ 0,81 (zakł.)	„ „	„ 17,8 „	średnie
„ 0,95 (ząb.)	„ „	„ 20,9 „	średnie
„ 1,08 (zakł.)	„ „	„ 23,8 „	maksym
„ 1,13 (ząb.)	„ „	„ 25,0 „	maksym
„ 0,504 (zak.)	„ „	„ 11,1 „	minim
„ 0,61 (ząb.)	„ „	„ 13,5 „	minim

Jednakże jakość tworzywa charakteryzuje nie tylko wytrzymałość ale również i plastyczność.

W wypadku miedzi właśnie ta właściwość jest w znacznym stopniu skompromitowaną przez twarde lutowanie — wydłużenie może spaść do 1%.

To też trzebaby było przy określaniu spół-

TABELA IV.

Lutowanie na zakładkę.

Nr.	R *Kg/mm²*	A %	R + 6 A	Wartość materj. zlutow. w % materj.*) zdrowego	R + 2 A	Wartość materj. zlutow. w % mat. zdrow.*)	U W A G I
17	23,8	11,5	92,8	33	46,8	43	pękły przez materjał
11	23,1	8	71,1	25	39,1	36	
16	21,4	3	48,4	17	30,4	28	
35	20,0	19,5	137,0	49	59,0	55	pękły przy szwie
31	18,3	14	102,3	37	46,3	43	
83	19,3	13	97,3	35	45,3	42	
32	18,2	11	84,2	30	40,2	37	
19	16,6	10	76,6	27	36,6	33	
34	16,0	9	70,0	25	34,0	31	
37	16,0	9	70,0	25	34,0	31	
33	15,9	8	63,9	23	31,9	30	
82	19,4	6	55,4	20	31,4	29	
84	18,5	6	54,5	19	30,5	28	
800	17,5	4,5	44,5	16	26,5	25	
81	17,5	3,7	39,7	14	24,9	23	
85	18,1	3	36,1	13	24,1	22	
14	18,0	2,5	33,0	12	23,0	21	
10	15,5	2	27,5	10	19,5	18	
30	19,5	18	127,5	46	55,5	51	pękły przez szew
36	19,2	18	127,2	45	55,2	51	
38	18,5	17,5	123,5	44	53,5	50	
39	20,0	16	116,0	41	52,0	48	
18	17,8	6	53,8	19	29,8	28	
15	17,4	4	41,4	15	25,4	24	
80	16,2	3	34,2	12	22,2	21	
87	16,2	3	34,2	12	22,2	21	
13	17,1	2	29,1	10	21,1	20	
12	16,7	2	28,7	10	20,7	19	
86	16,2	1,5	25,2	9	19,2	18	
89	13,6	1	19,6	7	15,6	14	
88	11,1	1	17,1	6	13,1	12	
maksymum				49	. . .	55	
minimum				6	. . .	12	
średnio				23	. . .	31	

dla materjału zdrowego R = 22, A = 43, R + 6A = 280, R + 2A = 108

*) liczby zaokrąglono do ± 0,5%

z którego wynika że najwyższe znalezione osłabienie szwu wynosi przy szwie na zakładkę 0,5, a w ząbki 0,6, a więc spółczynniki *Proessel'a, Michelisa i Bendarzewskiego* są zbyt wysokie.

Spółczynnik przepisów niemieckich o budowie aparatów do suszenia i wygładzania (0,3) wydaje się na pierwszy rzut oka zbyt niski.

czynnika osłabienia pomyśleć o sposobie uwzględniania spadku i tej właściwości[3]).

Niestety badanie kruchości (*Charpy*) wymaga materjału grubości 10 *mm*, którego nie posiada-

[3]) Prof. Dr.-Inż. *I. Feszczenko-Czopiswski,* Blachy kotłów parowych, artykuły ogłoszone w „*Technice Cieplnej*“ w latach 1925-1927.

liśmy i który o ile nam wiadomo jest mało używany do takich małych aparatów.

Musieliśmy się więc zadowolnić próbą na rozrywanie i jej wynikami.

W tabelach IV i V przeprowadziliśmy podobne obliczenia dla naszych próbek. Tabele są podzielone na trzy grupy w zależności od miejsca zerwania próbek: I — przez materjał, II — przy szwie, III — przez szew. W każdej grupie kolejność próbek odpowiada zmniejszeniu liczby kwalifikacyjnej $R + 6A$ (4-ta kol.) i $R + 2A$ (6-ta kol.)

TABELA V
(Lutowanie w ząbki).

Nr.	R kg/mm²	A %	R + 6A	Wartość materjału zlutow. w % materj. *) zdrowego	R + 2A	Wartość materjału zlutow. w % materj. *) zdrowego	U W A G I
48	23,1	30	203,1	73	83,1	77	
71	24,2	25	174,2	62	74,2	69	
47	23,2	24	167,2	60	71,2	66	
46	22,7	24	166,7	60	70.7	65	
79	23,8	22,5	158,8	57	68,8	64	
119	23,3	19	137,3	49	61,3	57	
72	24,0	18	132,0	47	60,0	56	
78	23,5	18	131,5	47	59.5	55	pękły przez materjał
20	23,9	14	107,9	39	51,9	48	
112	24,0	13	102,0	36	50,0	46	
113	23,7	13	101,7	36	49,7	46	
25	23,1	12	95,1	34	47,1	43	
26	22,9	12	94,9	34	46,9	43	
117	25,0	10	85,0	30	45,0	41	
73	21,7	10	81,7	29	41,7	39	
40	22,3	24	166,3	59	70,3	65	
49	21,3	22	153,3	55	65,3	60	
44	21,5	19	135.5	48	59,5	55	
41	20,0	19	134,0	48	58,0	54	
43	20,5	16,5	119,5	43	53,5	50	
45	21,0	14	105,0	38	49,0	45	
22	22,9	12	94,9	34	46,9	43	pękły przy szwie
011	21,8	11	87,8	31	43,8	40	
116	20,6	9	74,6	27	38,6	36	
110	22,5	7	64,5	23	36,5	34	
111	20,3	4	44,3	16	28,3	26	
23	15,9	1	21,9	8	17,9	17	
75	20,1	18	128,1	45	56,1	52	
77	18,0	14	102,0	36	46,0	43	
70	18,5	13	96.5	34	44,5	41	
114	21,2	9	75,2	27	39,2	36	
42	17,1	8	65,1	23	33,1	31	
24	16,5	8	64,5	23	32,5	30	
115	20,4	5	50,4	18	30,4	28	pękły przez szew
118	19,2	5	49,2	18	29,2	27	
74	17,8	5	47,8	17	27,8	26	
27	17,0	5	47,0	17	27,0	25	
76	19,6	4	45,6	16	27,6	26	
07	15,5	5	45,5	16	25,5	24	
28	13,5	2	25,5	9	17,5	16	
maximum				73		77	
minimum				8		16	
średnio				35		44	

dla materjału zdrowego R = 22, A = 43, R + 6A = 280, R + 2A = 108

*) Liczby zaokrąglone do ± 0,5%.

Jeden ze sposobów kwalifikowania jakości tworzywa (Qualitätszahl) polega na zsumowaniu wytrzymałości z wielokrotną wydłużenie ($R + 2A$, $R + 6A$),

Z tabel tych wynika że nastąpiło znaczne

pogorszenie jakości materjału, pomimo że w niektórych wypadkach wytrzymałość wzrosła.



Rys. 8.

W najlepszym wypadku jakość materjału próbki wynosiła

49 (wzgl. 55) i 73 (wzgl. 77) % jakości materjału, całkowitego w średnim:

23 (wzgl. 31) i 35 (wzgl. 44) % zaś w najgorszym wypadku

6 (wzgl. 12) i 8 (wzgl. 16) %

To znaczne pogorszenie jakości materjału — pomimo zwiększenia wytrzymałości w niektórych wypadkach — zmusza do dalszego obniżenia spółczynnika „osłabienia“ szwu, pomimo że wynosił on już tylko 0,5 wzgl. 0,6 przy porównaniu jedynie wytrzymałości.

Przypuszczamy, że może słuszniej byłoby, z powodów bezpieczeństwa, zastosować nie ten spółczynnik „osłabienia“, lecz spółczynnik „jakości“, wyprowadzony na podstawie jednego z wyżej przytoczonych wzorów ($R+2A$, $R+6A$).

Zastrzegamy się, że ilość prób rozerwanych przez nas jest zbyt mała aby potępić ten sposób łączenia, lub wyprowadzić ostateczną liczbę kwalifikacyjną.

Należałoby jeszcze uzupełnić te badania próbami na rozrywanie przy zwykłej i podwyższonej temperaturze, próbami na uderzenie oraz próbą wodną na próbnych walczakach.

Narazie, ze względu na brak odpowiednich funduszów, prób tych nie mogliśmy przeprowadzić i trzeba było ograniczyć się na tych wstępnych badaniach, które jednak pozwoliły ustalić:

1. że spółczynnik osłabienia szwu wodniesieniu do wytrzymałości na rozrywanie nie może być większym od 0,5—0,6

2. — spółczynnik ten nie uwzględnia dostatecznie stopnia bezpieczeństwa, ponieważ jakość materjału pogorszyła się znacznie

3. — spółczynnik jakości może spadać poniżej 0,06.

Ogłaszając te wyniki przypuszczamy, że czynniki zainteresowane w budowie tych aparatów umożliwią nam przeprowadzenie dodatkowych prób, które wyświetlą może ostatecznie tę sprawę.

Prof. Dr. inż. W. BOROWICZ, Lwów.

DYSZE SPIĘTRZAJĄCE PRZY POMIARACH ILOŚCI PARY.

Artykuł przedstawia obecny stan wiadomości o mierzeniu ilości pary wodnej za pomocą kryz spiętrzających, otworów wzgl. dysz. Pozatem podaje krytyczny pogląd na tę metodę pomiarów oraz wyświetla pewną rozbieżności, wzorów, używanych dotąd w praktyce. Wreszcie ujęta jest w procentach dokładność podanych wzorów do obliczania ilości przepływającej pary przy zaniedbywaniu dopływowej prędkości pary Wzory są podane w możliwie wygodnej do zastosowania postaci.

Pomiary ilości zużytej pary w turbinach parowych odbywają się przez określenie ilości skroplin w skraplaczu, o ile dana maszyna posiada takie urządzenie. W przeciwnym razie jesteśmy zmuszeni mierzyć wodę zasilającą kocioł. Takie badanie powinno trwać długo, o ile rezultaty mają być w dostatecznej mierze dokładne, ale nawet długotrwałe pomiary nie mogą posiadać takiego stopnia dokładności, jak pomiary skroplin. Pozatem parowe turbiny przeciwprężne i z pobieraniem pary, wchodzące coraz więcej w użycie, wymagają dokładnego określenia zużycia pary, badania te należy wykonać nieraz w przeciągu stosunkowo krótkiego czasu. W tych przypadkach doskonałe usługi oddają nam dysze wzgl. otwory i kryzy spiętrzające.

Kryzami spiętrzającemi: (po niemiecku „Stauringe“) nazywamy przyrządy, zrobione ze stosunkowo niegrubej blachy, które posiadają otwór z zaostrzonemi brzegami (rys. 1).

Otworami: (po niemiecku „Mündungen“) nazywamy przyrządy do rozprężania pary, mające u wlotu przekrój nieco większy niż u wylotu, przyczem nieraz najwęższy przekrój na bardzo małej długości wykonują cylindryczny.

Wreszcie *dysze*, używane do wspomnianych celów, są to otwory, mające za najwęższym przekrojem przedłużenie, przyczem przekrój w tej części stale się

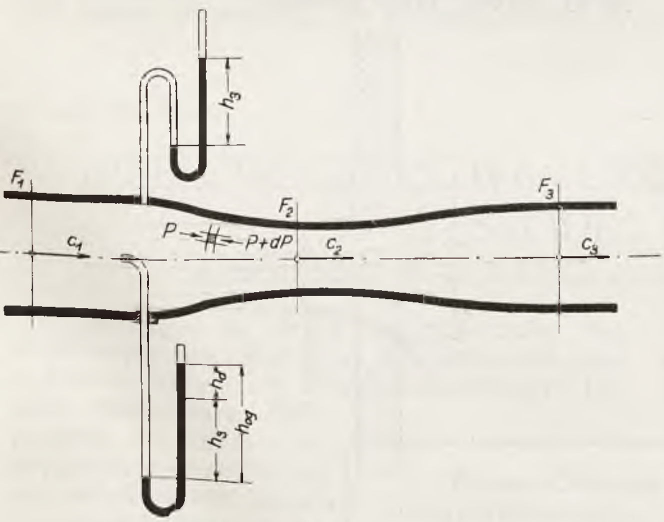
zwiększa aż do największego przekroju wylotowego.

Kryzy spiętrzające i otwory można łatwo wmontować pomiędzy kryzy rurociągu i z tego powodu chętnie używają ich do pomiarów. Dysze wymagają nieco szerszego rozsunięcia kryz rurociągu, wobec tego nie są tak wygodne do wmontowania jak kryzy i otwory, lecz posiadają pewne zalety, z powodu których nieraz mają pierwszeństwo przed tamtemi przyrządami.

1. Kryzy spiętrzające.

Określenie ilości pary, przepływającej przez kryzy spiętrzające, napotyka na pewne trudności natury zasadniczej i praktycznej. Trudności pierwszego rodzaju polegają na tem, że panuje dotąd pewna rozbieżność zdań co do sposobu mierzenia ciśnień; drugiego rodzaju trudności są związane z charakterem samych kryz. Mianowicie przyrządy te należy wzorcować ściśle dla tych samych warunków, w jakich będą później pracowały, co jest bardzo uciążliwem, czasem nawet niemożliwem. W technicznej literaturze znamy stosunkowo mało poważnych prac w tym kierunku, na których możnaby się oprzeć przy pomiarach. Wobec tego niezbędne liczby, charakteryzujące kryzy, należy czerpać przeważnie z własnych badań.

Cząstka *m* pary (rys. 1), przepływającej przez kanał o zmiennym przekroju, otrzymuje różne prędkości przy przejściu od przekroju F_1 do F_3. Przyrost tej prędkości i zużytej na to pracy idzie na koszt ciśnienia statycznego, które



Rzs. 1.

z powodu tego maleje. Cząstka pary z lewej strony znajdzie się pod wpływem siły

$$f\,.\,P$$

natomiast z prawej strony pod wpływem

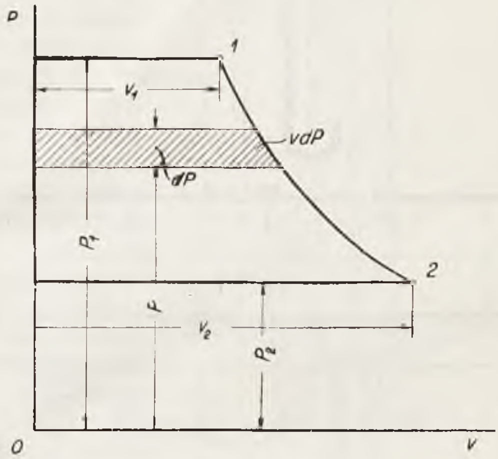
$$f\,(P + dP)$$

wobec tego siła pędząca cząstkę w kierunku przepływu, jest

$$-f\,.\,dP$$

Przyrost prędkości nazwiemy przez *dc*, wtedy przyśpieszenie będzie

$$\frac{dc}{dt}$$



Rys. 2.

oraz

$$-f\,.\,dP = m\,.\,\frac{dc}{dt}$$

Wprowadzając dla

$$m = \frac{f\,.\,\gamma}{g}\,ds$$

mamy

$$dP = -\frac{\gamma}{g}\,.\,\frac{ds}{dt}\,.\,dc$$

Wobec tego, że

$$\frac{ds}{dt} = c$$

mamy

$$dP = -\frac{\gamma}{g}\,.\,c\,.\,dc$$

Przyrost prędkości powoduje więc zmniejszenie się prężności.

Pamiętając, że $\gamma = \frac{1}{v}$, oraz $c\,.\,dc = d\left(\frac{c^2}{2}\right)$,

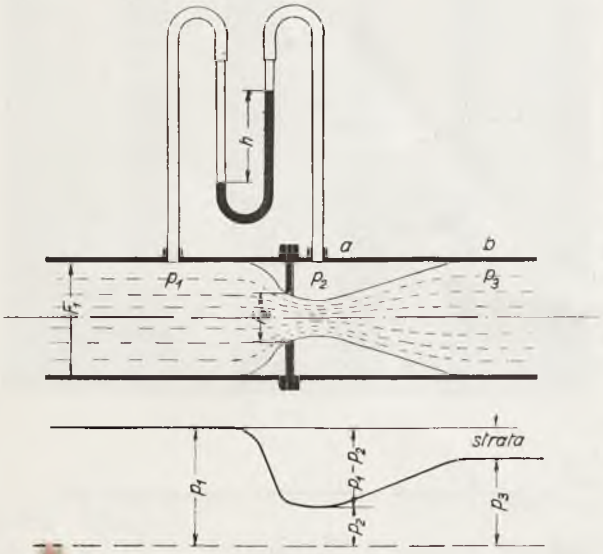
mamy

$$-v\,.\,dP = d\,.\left(\frac{c}{2g}\right)^{*)}\quad .\quad .\quad (1)$$

*) *Schüle*, Technische Thermodynamik I. str. 290.

Prawa strona tego równania oznacza przyrost kinetycznej energji, natomiast lewa zużytą pracę przy rozprężeniu się pary o dP (rys. 2). Przy rozprężaniu się pary od P_1 do P_2 mamy

$$-\int_{v_1}^{v_2} v\,.\,dP = \frac{c^2_2}{2d} - \frac{c^2_1}{2g} \quad . \quad (2)$$



Rys. 3.

Zastosujemy powyższe wywody do przypadku wypływu pary z kryzy spiętrzającej.

Jeżeli (rys. 3):

F_2 jest wielkość otworu w m^2,

c_2 prędkość przepływu pary w tym przekroju w *m/sek.*

v_2 objętość właściwa pary w tym przekroju, wtedy przez otwór przepłynie

$$G = \frac{c_2\,.\,F_2}{v_2}\,kg/sek \text{ pary.} \quad . \quad (3)$$

Jeżeli średnicę otworu kryzy obierzemy o takich rozmiarach, aby spadek ciśnień przed i za kryzą był bardzo mały, wtedy możemy przyjąć, że

$$v_1 = v_2 = v$$

oraz

$$P_1\,.\,v + \frac{c^2_1}{2g} = P_2\,.\,v + \frac{c^2_2}{2g}$$

albo

$$P_1 - P_2 = \frac{c^2_2 - c^2_1}{2gv}$$

Wobec tego, że

$$c_1 = c_2\,\mu\,\frac{F_2}{F_1} = c_2\,.\,\mu.\,m$$

gdzie

μ = spółczynnik zwężenia strumienia pary,

$$m = \frac{F_2}{F_1}$$

t. j. stosunek otworu kryzy do przekroju rurociągu, w który kryza została wbudowana, otrzymujemy

$$P_1 - P_2 = \frac{c_2^2 - c_2^2\,\mu^2\,m^2}{2gv} = \frac{1-\mu^2 m^2}{2gv}\,c^2_2$$

albo

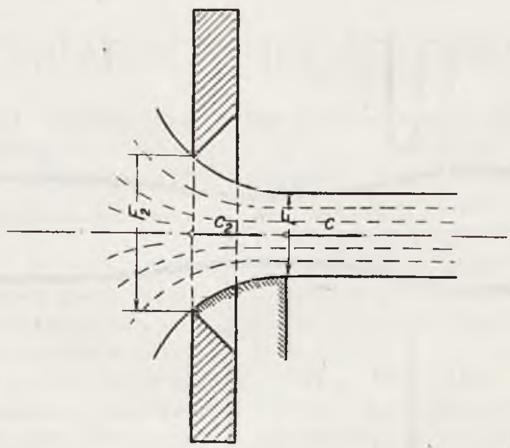
$$c_2 = \varphi\,\sqrt{2\,gv\,(P_1 - P_2)}\ m/sec \quad (4)$$

gdzie

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2 m^2}} \quad . \quad . \quad (5)$$

Określiliśmy wzorem (4) prędkość przepływu w przekroju kryzy. Wzoru tego nie możemy w praktyce używać, ponieważ spotykamy pewne teczniczne trudności w określeniu ciśnienia pary w samym przekroju. Wobec tego mierzymy ciśnienie zaraz za kryzą (w miejscu *a*) (rys. 3) rzadziej tam, gdzie strumień pary znowu zapełnił całkowity przekrój t. j. w miejscu *b*.

Należy uwzględnić pewne niedokładności w sposobie pomiaru różnicy ciśnień P_1 i P_2, straty tarcia pary o ścianki na przestrzeni od kryzy do *b* (o ile w tem miejscu mierzymy P_2) oraz straty tarcia od miejsca pomiaru P_1 do kryzy; następnie należy uwzględnić wpływ zwężenia strumienia pary po wypływie z kryzy; wszystkie te wpływy, które dają się trudno objąć teoretycznie, wyrażamy łącznie spółczynnikiem ψ, który należy określić przez badanie.



Rys. 4.

Wtedy mamy:

$$c_2 = \alpha\,\sqrt{2gv\,(P_1 - P_2)} \quad . \quad (6)$$

gdzie

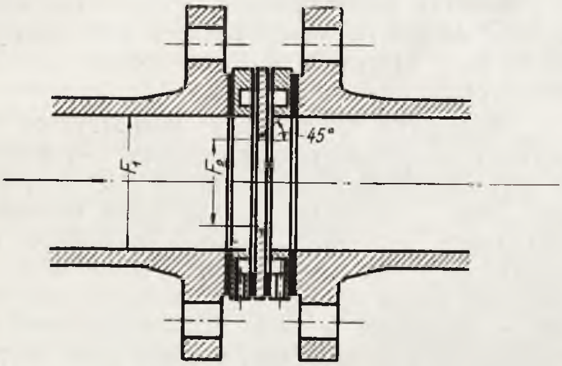
$$\alpha = \varphi\,.\,\psi$$

Rozpatrzmy bliżej niektóre wpływy na prędkość c_2 objęte spółczynnikiem ψ.

Tarcie pary o ścianki pomiędzy miejscami pomiaru ciśnień a kryzą wyraża się w ten sposób, że różnica ciśnień, odczytanych na rurkach napełnionych rtęcią lub innym odpowiednim płynem jest nieco niższa od tej, jakiej wymaga wzór (4).

Po przejściu pary przez kryzę możemy zauważyć pewne zwężenie strumienia, przyczem przekrój jego F jest mniejszy od przekroju strumienia w kryzie F_2 (rys. 4), przyczem

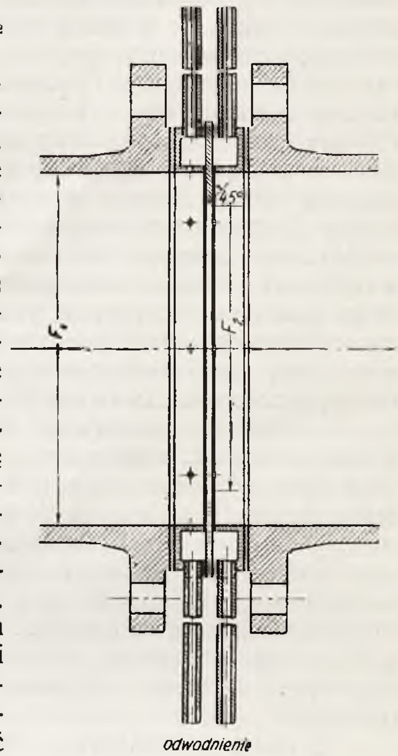
$$F = \mu . F_2$$



Rys. 5.

Prędkość c w tym przekroju będzie większa od c_2, którą obliczamy według wzoru (4). Ten spółczynnik zwężenia μ (kontrakcji) był badany przez wielu uczonych, ale rezultaty są bardzo rozbieżne, wobec tego usiłowania wprowadzenia μ w obliczenia G należy uważać za niewłaściwe i lepiej jest uwzględnić wpływ ten razem z powyżej wspomnianemi wpływami przez wprowadzenie wspólnego spółczynnika α.

W sprawie miejsca i sposobu pomiaru ciśnień należy wspomnieć, że miejsce pomiaru P_1 nie ma dużego wpływu na G. Natomiast P_2 jest bardzo wrażliwe na miejsce i sposób pomiarów. Nie wystarcza mierzyć P_2 tylko w jednem miejscu przez nawiercenie rurociągu (wedł. rys. 3). Okazało się, że pomiary P_2, wykonane w szeregu otworów, znajdujących się na obwodzie rurociągu w jednakowym odstępie od kryzy, wykazały różne rezultuty. Starają się więc obecnie stosować nie otwory, lecz szczeliny obiegające wokoło rury (wedł. rys. 5 i 6). Dla tej konstrukcji kryz spiętrzających można spółczynnik α przyjąć według *Kretschmera & Jakoba**). Wartości te można stosować tylko dla kryz wyżej wspomnianej konstrukcji.



Rys .6.

(d. c. n.)

*) Reguln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, 1925, str. 52.

B. SZAPIRO, Kraków.

NIEBEZPIECZEŃSTWA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH. A ŚRODKI ZARADCZE.

(Z powodu pierwszych polskich Przepisów bezpieczeństwa dla urządzeń elektrycznych)

> **Walne Zebranie Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego —PKE— zatwierdziło d. 25 lutego 1928 r. ostateczny tekst „Przepisów Budowy i Ruchu Urządzeń Elektrycznych Prądu Silnego". Nowe te przepisy są w druku i zaczną obowiązywać z dniem 1 lipca 1928r,**

Niedługie są dzieje elektrotechniki, bez której trudno nam już obecnie wyobrazić sobie życie codzienne fabryki lub domu mieszkalnego. Dopiero około roku 1880 pojawiła się zdolna do użytku żarówka elektryczna, której Edison nadał kształt praktyczny i która otrzymała nazwę „Gruszki Edisona". A co do silnika elektrycznego, to jeszcze w roku 1877 *Werner Siemens* — jeden z współtwórców elektrotechniki praktycznej—pisze z tryumfem w liście do swego brata: „Gdy puściliśmy prąd z jednej dynamomaszyny do drugiej, ustawionej na lokomobili przy nieopalonej parowej maszynie, dynamomaszyna zaczęła się kręcić i obracała parową maszynę, komprymując w niej powietrze do jednej atmosfery". W późniejszym liście pisze stylem, dalekim od jasności i ścisłości technicznej, o dalszych próbach, kończąc: „Nie zawahamy się urządzić przeniesienia siły dowolnej wysokości — 6 koni i więcej(!). Szczególnie dla odległych maszyn rotacyjnych, jak wentylatory, centryfugi i t. p. rzecz stanie się ważną"... I sporo lat jeszcze minęło, zanim pojawił się i wszedł do użytku prak-

tycznego motor elektryczny. W pierwszym okresie rozwoju elektrotechniki nowa, niedostępna dla spostrzegania zmysłowego postać energji budziła strach. Przesadzano rozmiary niebezpieczeństwa, jakiem grozi prąd elektryczny. Gdy po pojawieniu się żarówki Edisona zaczęto budować elektrownie publiczne, zawrzała walka konkurencyjna pomiędzy towarzystwem Edisona, który propagował budowę elektrowni prądu stałego, a towarzystwem Westinghouse'a, które trafnie wyczuło, że przyszłość należy do prądu zmiennego. Walka—jak to jest w zwyczaju amerykańskim — prowadzona była wszelkiemi środkami humbugu i reklamy. W fabryce Westinghouse'a zdarzyły się dwa wypadki porażenia śmiertelnego przez prąd zmienny. Edison, by unaocznić, jak niebezpieczny jest ten rodzaj prądu, przeprowadził dzięki swoim stosunkom bill w senacie, nakazujący tracenie skazańców za pomocą prądu zmiennego. Lecz towarzystwo Westinghouse, które jedynie wówczas budowało maszyny prądu zmiennego, odmówiło sprzedaży maszyn do celów egzekucji. Edison wykupił wtedy dwie całkowite elektrownie miejskie, świeżo zbudowane przez Westinghouse'a, i ofiarował darmo maszyny władzom sądowym!... To „zwycięstwo" Edisona nie wstrzymało jednak rozwoju, a obecnie prąd zmienny zapanował niemal niepodzielnie.

Z niebezpieczeństwem—domniemanem i rzeczywistem — oswojono się tak dalece, że obecnie — gdy miljony ludzi stykają się z urządzeniami elektrycznemi — zamiast obawy i strachu, spotykamy się z lekceważeniem, które już niejedno pochłonęło życie i niejeden spowodowało pożar. Lekceważenie to wynika czasem z lekkomyślności, częściej z nieznajomości niebezpieczeństwa. Nietylko laicy ale nieraz i elektrycy dziwią się, gdy dowiadują się o wypadkach śmiertelnego porażenia przy napięciu niskiem — 220, 110, a nawet, jak już kilka razy zdarzyło się, 65 woltów. Nieświadomość taka tłomaczy się „potulnością" prądu elektrycznego. Pomimo bowiem, że na każdym kroku spotyka się urządzenia elektryczne—zwłaszcza niskiego napięcia—urągające elementarnym wymaganiom pewności ruchu i bezpieczeństwa, motory się kręcą, lampy się palą, a porażenia lub pożary zdarzają się względnie rzadko, przy niepomyślnym tylko zbiegu nieszczęśliwych okoliczności. Ktoś wobec tego nawet twierdzi, że drabiny, wywracając się, więcej powodują nieszcześliwych wypadków, niż prąd elektryczny, a od lamp naftowych więcej powstaje pożarów, niż od elektryczności. Dochodzi na tej podstawie do konkluzji, że niema się co przejmować i specjalnie zajmować bezpieczeństwem urządzeń elektrycznych. Jest to oczywiście pogląd nawskroś mylny. Jeżeli nawet *procentowo* liczba porażeń i pożarów stanowi drobny odsetek ogólnej ilości wypadków, to jednakże *absolutna* ilość wypadków jest w każdym kraju duża, tem większa, im gorzej wykonywane są instalacje elektryczne, im niższa jakość materjałów instalacyjnych. Ponieważ zaś ilość budynków, zaopatrywanych w prąd elektryczny i liczba osób, stykających się z urządzeniami elektrycznemi, rośnie gwałtownie z dnia na dzień, wypadki — o ile ze złem nie będzie się walczyło—będą coraz częstsze, niszcząc majątek społeczny i narażając na niebezpieczeństwo życie ludzkie.

Ze statystyki wypadków.

Wyżej powiedziane zilustrujemy kilkoma przykładami liczbowemi. Musimy je zaczerpnąć ze statystyki krajów obcych, gdyż u nas niema dotychczas ani rejestracji porażeń elektrycznych, ani ogólnej statystyki pożarów przez prąd wywołanych.

Statystyka niemieckich Stowarzyszeń Fachowych — „Berufsgenossenschaften"—stwierdza, że wypadki porażeń elektrycznych stanowiły w latach 1920 — 22 tylko $^1/_8$—$^1/_4$% ogółu wypadków przy pracy, lecz bądź co bądź wypadkom tym ulegało 50 — 100 osób rocznie. Szwajcarski Inspektorat prądu silnego — „Starkstrom-Inspektorat" — zanotował w roku 1923 ogólną ilość wypadków 58 z 66 osobami, w czem było wypadków śmiertelnych 23, w roku 1924 zanotował 60 wypadków. Inspektorat podkreśla, że z roku na rok rośnie ilość wypadków przy napięciu niskiem, a spada przy wysokiem. Wynika to oczywiście z faktu, że coraz większa ilość osób styka się codzień z urządzeniami niskiego napięcia, wykonywanemi często byle jak, przy wykonywaniu zaś urządzeń wysokiego napięcia coraz większa ujawnia się dbałość i ostrożność.

W Stanach Zjednoczonych zanotowano w roku 1920 w 314 gminach, zasilanych elektrycznością, z ludnością ok. 25 miljonów ogółem 122.000 pożarów. Z tego 2.917 pożarów t. j. 2,5% miało za przyczynę elektryczność. Szkoda wyrządzona w 263 gminach przez pożary „elektryczne" wynosiła 2.200.000 dol. czyli 3,3% ogółu strat.—Statystyka Bawarskiego Krajowego Zakładu Ubezpieczeń Ogniowych wykazuje od roku 1910/11 do roku 1923/24 ciągły wzrost pożarów elektrycznych od 0.9% do 4.45% ogółu wypadków, co się oczywiście tłomaczy znacznym wzrostem liczby urządzeń elektrycznych z roku na rok. Wzrost ilości pożarów spowodował Zakład Bawarski do wydania zarządzenia z d. 11.VIII.1925, podług którego stawki ubezpieczeniowe zostają podwyższone, jeżeli instalacja elektryczna w ubezpieczonym objekcie nie jest wykonana zgodnie z przepisami bezpieczeństwa. Dalej zaznaczono, że przy grubem przekroczeniu tych przepisów Zakład może nawet odmówić wypłacenia odszkodowań (Bayerischer Staatsanzeiger N. 186).

Jak się liczbowo przedstawia w Polsce ilość porażeń i pożarów. nie wiemy. Coraz częściej jednak pojawiają się w dziennikach wiadomości o wypadkach porażeń w różnych miejscowościach, a również o pożarach, przez prąd elektryczny wywołanych, spotykamy luźne notatki. Notowany też był wypadek wybuchu

w fabryce amunicji, przez prąd jakoby wywołanego. Wobec niskiego stopnia elekryfikacji Polski można już na podstawie urywkowych wiadomości prasowych przypuszczać, że stosunkowo ilość wypadków jest u nas większa niż w Niemczech.

Przyczyny wypadków.

Każdemu wiadomo, że, dotykając dwiema rękami dwuch przewodników elektrycznych o różnym potencjale, doznaje się pewnego wstrząsu, którego siła zależy od wielkości natężenia (siły) prądu, przechodzącego przez ciało. Jeżeli siła prądu dochodzi do pewnej wielkości, a prąd przechodzi przez ciało w ciągu kilku lub kilkunastu sekund, wstrząs stać się może śmiertelnym. To samo zdarzyć się może przy dotknięciu jednego tylko przewodnika ręką lub inną częścią ciała. Albowiem rozległe urządzenie elektryczne nie posiada nigdy tak doskonałej izolacji, by prądy o bardzo małem natężeniu nie mogły uchodzić z sieci do ziemi. Jeżeli więc, nie będąc izolowanym od ziemi, dotkniemy ręką jednego bieguna lub fazy, prąd o pewnem natężeniu przejdzie przez nasze ciało i ziemię, na której stoimy, do drugiego bieguna przez wszystkie te miejsca, gdzie izolacja jego jest słabsza. (Przy rozległych sieciach *wysokiego* napięcia prąd na skutek pojemności sieci może przejść przez ciało nawet wówczas, gdy cała sieć ma doskonałą izolację albo człowiek jest izolowany od ziemi).

Natężenie prądu w każdym obwodzie równe jest ilorazowi napięcia na końcach obwodu oraz oporu obwodu. Im wyższe zatem napięcie, z którem się stykamy, tem większy może przez nasze ciało przepłynąć prąd, tem większe grozić nam będzie niebezpieczeństwo. Przy danem napięciu natężenie prądu jest jednak tem mniejsze, im wyższy jest opór ciała, przez który prąd przechodzi. Opór ciała składa się z niewielkiego oporu samego ciała, ze znacznego oporu skóry oraz z dużego oporu przejściowego w miejscu, przez które prąd wchodzi do ciała czyli w miejscu zetknięcia ręki, nogi lub innej części ciała z przewodnikami elektrycznemi. Jeżeli, stojąc na suchej posadce, dotkniemy lekko jednym palcem przewodnika elektrycznego o niewysokiem napięciu, opory przejściowe przy palcu i przy posadce będą bardzo duże i tylko bardzo mały prąd przejdzie przez nasze ciało. Doznamy zaledwie lekkiego wstrząsu. Będzie inaczej, jeżeli wilgotną ręką mocno obejmiemy przewodnik, stojąc w przemoczonem obuwiu na mokrej podłodze lub na szynach kolejowych, na rurze wodociągowej i t. p. Wówczas całkowity opór naszego ciała wraz z oporami przejściowemi na miejscach dotyku jest bardzo mały, może spaść do tysiąca omów i niżej. Już przy napięciu 100 woltów może przejść przez ciało prąd 100 : 1000 = 0,1 ampera, prąd, który już bezwzględnie stać się może zabójczym.

W medycynie istnieje dotąd duża rozbieżność poglądów na powody zabójczego działania prądu na organizm ludzki. Opór całkowity organizmu jest różny u różnych ludzi i zmienia się w bardzo dalekich granicach—od 100.000 omów i wyżej do 1000 omów i niżej — zależnie od stanu kończyn i rodzaju dotknięcia, zapewne też od stanu organizmu. Organizmy ludzkie wykazują przytem różną odporność na działanie prądu, o czem świadczy chociażby przebieg egzekucyj na amerykańskich „fotelach elektrycznych". Naukowe zbadanie przyczyny i przebiegu tych zjawisk jeszcze nie jest zakończone. Być może, że systematyczne badania nad ofiarami egzekucyj amerykańskich niejedno mogłyby wyjaśnić. Lecz prawo amerykańskie — bezwzględne i okrutne dla żywych—delikatnie szczędzi umarłych i nie pozwala na dokonywanie sekcji zwłok!

Pomimo jednak wielu luk w zrozumieniu zjawisk pewnem jest, że napięcie niskie stać się może i często się staje niebezpiecznem. Wiedeński profesor *Jellinek* [1]) notuje wypadek śmierci przy napięciu 60 wołtów prądu zmiennego oraz wypadek śmiertelnego porażenia pacjenta w czasie elektryzacji przez lekarza prądem stałym o napięciu 80 woltów. Ostatnio zanotowano parę wypadków śmierci przy radjo: przez słuchawki radjowe słuchający otrzymał połączenie z ziemią, a dotknąwszy uszkodzonej lampy stołowej, zetknął się z przewodnikiem niskiego napięcia i został rażony.

To też zarówno niemieckie przepisy bezpieczeństwa jak i w wielu szczegółach na nich wzorowane przepisy polskie uważają za bezwzględnie bezpieczny tylko prąd o napięciu poniżej 40 woltów (§ 3 p. 10a).

Po za porażeniami prąd elektryczny może powodować większe lub mniejsze oparzenia czy to pod działaniem łuku elektrycznego, czy też naskutek rozpryskiwania rozżarzonych metali.

Pożary w wadliwem urządzeniu elektrycznem powstawać mogą z licznych przyczyn (§ 3 p. 1—7): maszyny, przyrządy i przewody mogą się nadmiernie rozgrzać czy to z powodu przeciążenia lub złej konstrukcji, czy to naskutek złych połączeń stykowych (kontaktów), i spowodować zapalenie się izolacji i sąsiednich przedmiotów. Powstające iskry lub rozpryskujący się rozżarzony metal może również zapalić palny materjał w pobliżu. Najbardziej niebezpieczne są prądy ziemne, t.j. prądy, uchodzące w różnych miejscach ze źle izolowanej sieci elektrycznej, szeroko rozchodząc się we wszelkich kierunkach. Prądy te, choć zazwyczaj o bardzo małem natężeniu, mogą zapalić belkę drewnianą lub materjał łatwopalny i wywołać pożar lub wybuch.

Środki zaradcze.

Zarówno wypadki porażeń elektrycznych jak i pożary nie są bynajmniej jakimś fatalnym wynikiem nieokiełzanej siły wyższej. Może oczywiście nastąpić taki przypadkowy zbieg niepo-

[1]) Der elektrische Unfall. Leipzig und Wien. 1925.

myślnych okoliczności, który przewidzieć trudno, a nawet niepodobna, a który spowoduje porażenie lub pożar. Ale w olbrzymiej ilości wypadków można nieszczęściu zapobiedz, jeżeli przedewszystkiem do instalacji elektrycznej używać wyłącznie doskonałych, odpowiadających każdorazowemu celowi materjałów, jeżeli następnie instalacja wykonana jest umiejętnie i zgodnie z przepisami bezpieczeństwa, a wreszcie jest utrzymywana stale w dobrym stanie.

Wszystkie sprawozdania o wzroście ilości porażeń elektrycznych i pożarów w Niemczech w latach powojennych stwierdzają jednozgodnie, że przyczyną tego faktu był brak dobrych materjałów, złe wykonanie lub złe utrzymywanie urządzeń. To też zarówno Związek Elektrotechników Niemieckich „ZEN", jak i zakłady ubezpieczenia od ognia podjęły energiczną walkę ze stworzonym przez wojnę stanem rzeczy. „ZEN" w nowem wydaniu swych Przepisów Budowy i Ruchu zaostrzył w wielu punktach wymagania, stawiane urządzeniom elektrycznym, a nadto wydał specjalne wskazówki i plakaty dla rolników. W instalacjach bowiem rolniczych w najbardziej zastraszający sposób powiększyła się ilość wypadków: z ogólnej np. ilości pożarów, zanotowanych przez wspomniany Zakład bawarski, 61% zdarzyło się w zakładach rolniczych (ETZ 1925, st. 1267). O wpływie, jaki wywiera stan instalacji elektrycznej na ilość wypadków, świadczą również sprawozdania amerykańskie: w dwuch największych miastach, objętych podaną wyżej statystyką pożarów, ilość pożarów spadła — z przeciętnej dla innych miast liczby 2.5% — do 0.96% naskutek przedsięwziętych środków ku polepszeniu stanu instalacyj i rozciągnięciu nad niemi dozoru.

Niektóre niemieckie towarzystwa ubezpieczeń zapoczątkowały wydawanie zapomóg i pożyczek ubezpieczonym na cele remontu i przebudowy nieodpowiadających wymaganiom bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych.

Polskie Przepisy Budowy i Ruchu Urządzeń Elektrycznych.

W Polsce istnieje w sprawie przepisów na urządzenia elektryczne pewnego rodzaju stan ex lex: formalnie obowiązują przestarzałe przedwojenne przepisy rosyjskie, niemieckie lub austrjackie, faktycznie zaś Polska zalana jest tandetnemi materjałami elektrycznemi, przeważnie towarem eksportowym Niemiec, Austrji i Czech, a wykonywanie instalacji pozostawione jest dobrej woli i umiejętności instalatorów i monterów. Nawet znajdujący się w zaczątkach przemysł krajowy, wyrabiający przyrządy i materjały instalacyjne, nie wzoruje się na pierwszorzędnych wyrobach zagranicznych, lecz—czy to przez nieświadomość i brak impulsu ze strony przepisów polskich, czy to pod obuchem konkurencji tandetnych eksportowych wyrobów zagranicznych—fabrykuje przeważnie lichy wyrób, wycofany już z obiegu przez solidne firmy zagraniczne. Temu stanowi rzeczy przypisać należy, że wraz ze wzrostem ilości urządzeń elektrycznych liczba porażeń i pożarów w Polsce rośnie w sposób groźny. Pierwszym krokiem na drodze ku poprawie sytuacji musiało być opracowanie stojących na poziomie współczesnej techniki przepisów bezpieczeństwa.

Opracowaniem przepisów zajął się Zarząd Sekcji Przepisowej Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego, który skupia w sobie wszystkie stowarzyszenia i organizacje, zajmujące się w Polsce elektrotechniką. Projekt przepisów, ogłoszony drukiem w lipcu 1927 r. (108 + XI str.), został rozesłany do wszystkich stowarzyszeń elektrotechnicznych, do ministerstw oraz do poszczególnych osób i instytucyj w sprawie zainteresowanych, z prośbą o nadsyłanie uwag krytycznych. Reszta egzemplarzy została szybko rozsprzedana. Do PKE napłynął szereg uwag od osób pojedynczych i od instytucyj, co wraz z szybką rozsprzedażą całego nakładu świadczy o dużem zainteresowaniu sprawą, o odczuwaniu dojrzałej potrzeby przepisów, mających zapoczątkować rugowanie tandety z urządzeń elektrycznych.

Komisja Przepisowa, po przestudjowaniu nadesłanych uwag, opracowała ostateczny tekst przepisów, zatwierdzony przez Walne Zebranie PKE. Nowe przepisy obowiązywać będą dla wszystkich urządzeń elektrycznych, wykonywanych po dniu 1 lipca 1928 roku. Co się tyczy istniejących urządzeń, wykonanych przed tym terminem, Przepisy orzekają (§ 66), że „należy w najkrótszym czasie usunąć wszystkie te braki, które mogłyby narazić życie lub zdrowie ludzkie na niebezpieczeństwo". Wogóle zaś należy stopniowo doprowadzać stare urządzenia do stanu, odpowiadającego nowym przepisom. W pomieszczeniach wilgotnych i w fabrykach chemicznych, gdzie w procesie wytwórczości powstają wyziewy żrące, niebezpieczeństwo porażenia elektrycznego jest wzmożone, gdyż wilgoć wsiąka w ubranie i obuwie, zmniejszając ich działanie ochronne, izolacja urządzeń najczęściej ulega nadwyrężeniu i jest mało pewna, a podłoga jest stale mniej lub więcej wilgotna. W pomieszczeniach zaś, gdzie nagromadzone są materjały łatwopalne, albo tam, gdzie może powstać wybuchowa mieszanina gazów lub wybuchający pył, istnieje wzmożone niebezpieczeństwo pożaru lub wybuchu. Dla tego rodzaju pomieszczeń, których definicja podana jest w § 2 p. 9d, e, f, g przepisów, istnieją zaostrzone wymagania instalacyjne. Stare instalacje w tego rodzaju lokalach mają być w ciągu roku t. j. do dnia 1 lipca 1929 roku doprowadzone do stanu, odpowiadającego nowym przepisom, o ile mamy do czynienia z prądem zmiennym dowolnego napięcia lub z prądem stałym o napięciu powyżej 125 *V* pomiędzy dwoma dowolnemi przewodami.

Układ i cel przepisów.

Co do układu przepisy polskie wzorowane są na przepisach ZEN. Pierwsze przepisy nie-

mieckie pojawiły się w roku 1895. W miarę postępu techniki i gromadzonego doświadczenia, Przepisy ulegały rewizjom i zmianom, które znajdowały wyraz w kilkunastu kolejnych wydaniach, coraz bardziej kompletnych i coraz lepiej dostosowanych do wymagań praktyki i stanu naszego poznawania zjawisk elektrycznych. Ze względu na niższy stopień wykształcenia ogólnego i technicznego u nas Komisja Przepisowa starała się przepisy polskie możliwie uprzystępnić i szczegółowiej wyjaśnić pojedyncze zarządzenia. Dodany też został obszerny wstęp, tłomaczący, jakiego rodzaju niebezpieczeństwa mogą wyniknąć z wadliwych urządzeń elektrycznych i jakie są ogólne środki zaradcze. W tekście dodano niektóre tablice: tablicę obciążenia kabli ziemnych, 2 tabliczki z wymiarami rurek dla przewodów izolowanych oraz tablicę zwisów dla przewodów napowietrznych. W wyniku tych zmian, objętość przepisów polskich jest prawie dwa razy większa niż niemieckich. Główne odchylenia merytoryczne od przepisów niemieckich wyliczone są w przedmowie.

Zasadniczo przepisy dzielą się na Przepisy Budowy oraz Przepisy Ruchu. Nie wystarcza bowiem instalację elektryczną należycie urządzić. Trzeba nadto dbać o to, by była w należytym stanie utrzymywana, by ludzie, z instalacją mający do czynienia, zachowywali pewne środki ostrożności.

W dziedzinie Przepisów Budowy układ odpowiada pewnemu logicznemu porządkowi. Po omówieniu przepisów, dotyczących źródeł prądu, omawiane są przyrządy i urządzenia rozdzielcze, następnie przewody i wreszcie odbiorniki prądu. Potem następują rozdziały, zawierające przepisy dla pomieszczeń o charakterze specjalnym.

Zarówno Przepisy Budowy, jak i Przepisy Ruchu mają przedewszystkiem na względzie bezpieczeństwo urządzeń, ochronę od porażeń i pożarów. Przez większość zarządzeń, temu celowi służących, osiąga się zarazem solidność i trwałość wykonania instalacji, pewność jej ruchu. Chociaż więc niezawodnie koszt instalacji, wykonanej podług przepisów, będzie wyższy niż przy wykonaniu niedbałem i użyciu materjałów niesolidnych i niepewnych, jednakże różnica kosztów pokryje się z nawiązką przez zysk, wynikający z pewności ruchu, braku przerw, często powodowanych wadliwością urządzenia, i przez zmniejszenie kosztów utrzymania i reperacyj. Zresztą głównym składnikiem kosztów instalacji elektrycznej jest koszt maszyn, motorów, świeczników i innych odbiorników prądu. Ogólny zatem wzrost kosztów całego urządzenia przy użyciu doskonałych przewodów, przyrządów i materjałów instalacyjnych stanowić będzie drobny tylko odsetek całkowitego kosztu wszystkich objektów elektrycznych. Byłaby to bardzo źle zrozumiana oszczędność, gdybyśmy zastosowali w celu drobnego zmniejszenia kosztów tandetny materjał, gdyby instalacja była niedbale lub nieumiejętnie wykonana.

O trwałości urządzeń i pewności ich ruchu decyduje w głównej mierze jakość zastosowanego materjału i na to przedewszystkiem należy zwracać uwagę. Niestety przepisy polskie, jak zaznaczono w przedmowie do nich, posiadają poważną lukę: „Brakuje tam kryterjum do oceny tych materjałów, pochodzenia krajowego i zagranicznego, dla których przepisy PKE nie zostały dotąd opracowane". Dlaczego tak się stało, wyjaśnili obszernie członkowie Komisji Przepisowej w artykule p. t. „W sprawie walki z tandetą" w Przeglądzie Elektrotechnicznym (zesz. 19 r. 1927). Tu zaznaczymy tylko pokrótce, że w pierwszym projekcie Komisji zawarty był przepis, orzekający, że materjały, dla których niema jeszcze przepisów i norm PKE, zarówno krajowe jak i zagraniczne, muszą być niegorszej jakości niż to nakazują przepisy i normy ZEN. Przepis ten jednak spotkał się ze strony kilku członków PKE z namiętnemi sprzeciwami, nie wynikającemi bynajmniej z motywów natury technicznej. Nie chcąc opóźniać lub uniemożliwiać wydania tak niezbędnych przepisów bezpieczeństwa dla urządzeń elektrycznych, Komisja musiała zrezygnować narazie z przepisu, ustalającego kryterjum na olbrzymią większość materjałów, używanych w elektrotechnice. Ponieważ minie wiele lat, zanim PKE będzie w stanie opracować kompletny zbiór norm i przepisów (Zbiór norm niemieckich jest to duży tom o przeszło 800 stronach!), muszą wszyscy, którzy zamawiają materjały elektryczne, sami wypełniać tę lukę, wprowadzając do umów zastrzeżenie co do jakości materjałów, nieobjętych Przepisami PKE. Inaczej grozi dalsze rozwielmożnienie się tandety pomimo istnienia nowych przepisów.

Upowszechnienie nowych przepisów.

Dużo potrzeba będzie wysiłków zarówno ze strony władz jak i ze strony towarzystw ubezpieczeniowych, organizacji elektrotechnicznych i właścicieli instalacyj, zanim wyruguje się rozpowszechnione u nas tandetne wyroby elektryczne, zanim zwalczy się niedbalstwo lub nieumiejętność wykonania, zanim doprowadzi się nowe i stare instalacje do stanu, odpowiadającego wymaganiom bezpieczeństwa, solidności wykonania oraz trwałości ruchu. Przy zjednoczonych usiłowaniach wszystkich stron zainteresowanych cel ten musi być osiągnięty w interesie bezpieczeństwa publicznego, zarówno jak i w interesie właścicieli instalacyj elektrycznych.

Naczelna rola przypadnie w tej sprawie zainteresowanym ministerstwom, przedewszystkiem *Ministerstwu R. P.* i jego organom. Zarówno przy udzielaniu uprawnień (koncesyj) na elektrownie publiczne, jak i przy wydawaniu przewidzianych w Ustawie Elektrycznej pozwoleń policyjno-technicznych na zakłady elektryczne będzie ono niezawodnie zalecało stosowanie Przepisów PKE, opracowanych przy pomocy finansowej Minister-

stwa. Inne Ministerstwa jak *Spraw Wojskowyɔh i Komunikacji* są właścicielami licznych urządzeń elekrycznych i chętnie wprowadzą do zawieranych z dostawcami umów żądanie ścisłego stosowania nowych Przepisów. *Ministerstwo Pracy* w walce z nieszczęśliwemi wypadkami przy pracy zaleci zapewne inspektorom fabrycznym czuwanie nad przestrzeganiem Przepisów. Do zapobiegania porażeniom elektrycznym mogłoby się również przyczynić *Ministerstwo W. R. i O. P.*, wprowadzając do szkół zawodowych i na kursach wieczornych dla młodzieży robotniczej wykłady o bezpieczeństwie urządzeń elektrycznych i o ratownictwie. Użyteczne byłoby też umieszczenie odpowiednich ostrzeżeń i plakatów w szkołach w tych miejscowościach, gdzie istnieją urządzenia elektryczne. Dużo bowiem wypadków, zdarzyło się już z powodu swawoli dziecinnej. Odmienna rola przypada *Ministerstwu Sprawiedliwości.* W Niemczech sądy surowo karzą winnych zaniedbania przepisowych środków ostrożności. W zeszłym roku został tam skazany na kilkumiesięczne więzienie nietylko monter, który pozostawił przewód nienależycie umocowany i spowodował tem śmierć chłopca, ale nawet ojciec, który z powodu wypadku stracił dziecko. Prowadzenie śledztwa jest tam w każdym wypadku staranne. Ponieważ sędzia nie może posiadać potrzebnych wiadomości technicznych, przyciąga się do badań siły fachowe. Np. w obwodzie wrocławskim od końca roku 1924 ważniejsze wypadki badane są przez radców przemysłowych (Gewerberäte) wespół z elektroinżynierem Stowarzyszenia Dozoru Kotłowego. Tak samo na niemieckim Górnym Śląsku. Okazało się to użytecznem dla wyjaśnienia przyczyn i zapobiegania wypadkom (ETZ 1926, str. 1552).

U nas śledztwo prowadzone jest naogół w sposób czysto formalny, bez pomocy sił fachowych, a ponieważ sędzia opiera się przytem głównie na zeznaniach osób, bynajmniej nie zainteresowanych w wykryciu istotnej przyczyny wypadku, śledztwo kończy się zazwyczaj stwierdzeniem „własnej winy“ lub „siły wyższej“...

Powinno to w interesie walki z porażeniami elektrycznemi uledz zmianie.

W walce z pożarami powinna przodować *Polska Dyrekcja Ubezpieczeń Wzajemnych* wraz z prywatnemi zakładami ubezpieczeniowemi, uzależniając wysokość stawek ubezpieczeniowych od stosowania Przepisów PKE. Jakeśmy widzieli, zakłady niemieckie idą w tym kierunku bardzo daleko.

Z organizacyj elektrotecznicznych dużą rolę w upowszechnieniu Przepisów odegrać musi *Związek Elektrowni*, którego przedstawiciele wchodzą do PKE. Ilość instalacyj elektrycznych, przyłączonych do elektrowni publicznych, jest bardzo duża i będzie ona wzrastać coraz szybciej w miarę postępów elektryfikacji. Gdy wszystkie elektrownie będą ściśle przestrzegały, żeby przyłączone do nich instalacje w fabrykach, zakładach rolniczych i domach mieszkalnych odpowiadały Przepisom PKE, stan znacznej części znajdujących się w kraju urządzeń elektrycznych ulegnie w krótkim czasie znacznemu ulepszeniu.

Właściciele urządzeń elektrycznych — zarówno ci, co posiadają własne elektrownie, jak i ci, co pobierają prąd z elektrowni publicznych— muszą w dobrze zrozumianym interesie własnym stać się czynnikami, walczącemi energicznie o podniesienie stanu urządzeń elektrycznych na poziom wymagań nowoczesnych i o wyrugowanie tandety i fuszerki.

SPROSTOWANIA.

W artykule inż. *T. A. Smogorzewskiego*, p. t. Paleniska na pył węglowy, ogłoszonego w zeszycie 5-ym Techniki Cieplnej z b. r. należy wprowadzić poprawki następujące:

str. 86	lewy	łam 11	wiersz	z dołu	wydrukowano paleniskach pyłowych zaledwie	powinno być paleniskach zaledwie
str. 87	prawy	„ 7	„	od góry	na naszym gruncie	przy naszym węglu
str. 87	prawy	„ 19	„	od góry	wykładnice:	wykładnice,
str. 87	prawy	„ 5	„	z dołu	roznoszony po	roznoszony razem z popiołem po
str. 87	prawy	„ 4	„	z dołu	dymowych, a	dymowych; część
str. 88	lewy	„ 22	„	z dołu	i powiększenie	i ażeby powiększenie
str. 88	lewy	„ 16	„	z dołu	(z zawartością $Al_2 0_3$ do 43% np. centrala	z zawartością $Al_2 0_3$ do 43% (np. centrala
str. 88	prawy	„ 6	„	od góry	gazów, głównie trudno o temperaturę	gazów, np. pomiędzy rurami gdyż duży nadmiar powietrza na to pozwala
str. 88	prawy	„ 10	„	z dołu	używanego palenisk	używanego do palenisk

Ponadto w dopisku Redakcji na str. 86, łam lewy dodać należy przy słowach „węgiel małowartościowy“ zastrzeżenie „o ile nie zawiera nadmiernej ilości popiołu“

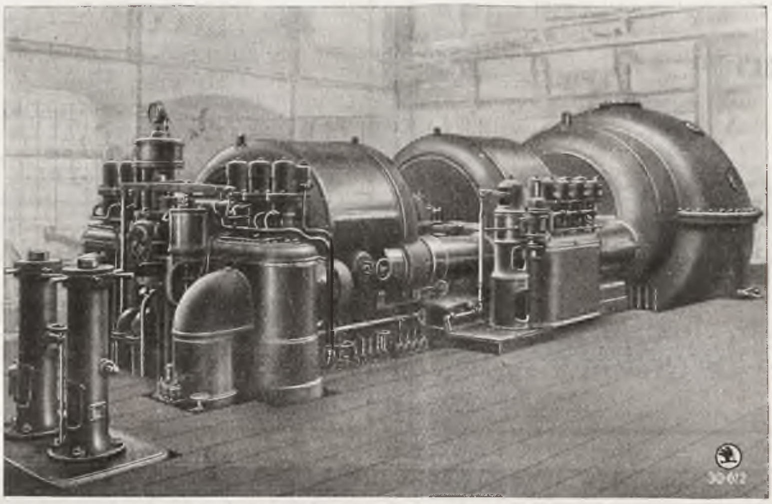
W artykule inż. p. *A. Rozena* p. t. Sprawność termiczna suszarni w pizemyśle włókienniczym, ogłoszonym w zeszycie 5-ym Techniki Cieplnej z b. r. należy wprowadzić następujące poprawki:

str.	łam	wiersz od góry	wiersz z dołu	wydrukowano	powinno być
89	lewy		13	fabrykującym	fabrykacyjnym
89	prawy		19	4,5 ata	4 do 5 ata
89	prawy		18	prtemzy	przytem
89	prawy		7	za 7	ze 7
90	prawy	3		1500	15000

AKC. TOW. Przedtem.

ZAKŁADY SKODY

w Pilźnie.



Trzykadłubowa turbina z odbiorem pary 15.000 HP, 3000 obr/min., 32 atn, temp. pary 375^{0} C., odbiór pary przy 2·5 atn.

Budowa:

Silników normalnych i wys. napięcia, synchronizowanych, trakcyjnych, kolektorowych, generatorów normalnych i wolnoobrotowych, transformatorów, turbozespołów.

Aparaty elektryczne wysokiego napięcia.

Kompletne urządzenia:

Stacji transformacyjnych, elektrowni, sieci wysokiego napięcia i t. p.

Elektryfikacja:

cukrowni, browarów, walcowni, hut, fabryk tekstylnych i t. p.

Polskie Towarzystwo

ZAKŁADÓW SKODY

Sp. z ogr. odp.

Warszawa, Królewska 10, **tel. 10-44 i 327-79.**

271—1